

P19378.P07

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Tsuyoshi HASEGAWA et al

Serial No.: 09/661,806

Filed : September 14, 2000

For : RENDERING METHOD AND DEVICE, GAME DEVICE, AND COMPUTER-READABLE
RECORDING MEDIUM FOR STORING PROGRAM TO RENDER STEREO MODEL



Group Art Unit : 2123

Examiner : Not Yet Known

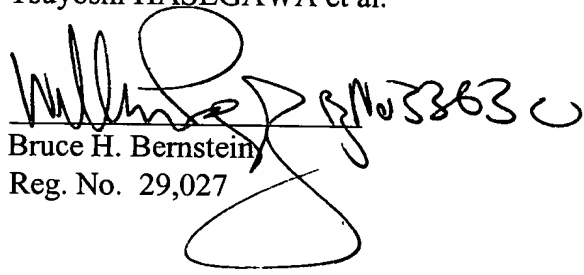
CLAIM OF PRIORITY

Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 11-260072, filed September 14, 1999. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
Tsuyoshi HASEGAWA et al.


Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027

January 3, 2001
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1941 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 9月14日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第260072号

出 願 人

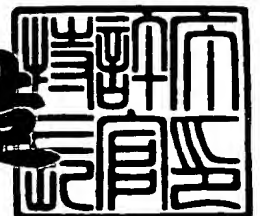
Applicant (s):

株式会社スクウェア

2000年12月15日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3104000

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP0144

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06T 15/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都目黒区下目黒一丁目 8 番 1 号 株式会社スクウェア内

 【氏名】 今井 仁

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都目黒区下目黒一丁目 8 番 1 号 株式会社スクウェア内

 【氏名】 長谷川 豪

【特許出願人】

 【識別番号】 391049002

 【氏名又は名称】 株式会社スクウェア

【代理人】

 【識別番号】 100103528

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 原田 一男

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 076762

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レンダリング方法及び装置、ゲーム装置、並びに立体モデルをレンダリングするプログラムを格納するコンピュータ読み取り可能な記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

仮想空間内に配置され且つ表現する物体の外側を表とする複数の面で構成された立体モデルをレンダリングするレンダリング方法であって、

第 1 の立体モデルに対応した第 2 の立体モデルを取得する第 1 ステップと、

前記第 2 の立体モデルの各面を反転させて輪郭描画用モデルを生成する第 2 ステップと、

前記第 1 の立体モデルを包含する位置に前記輪郭描画用モデルを配置する第 3 ステップと、

前記第 1 の立体モデルを所与の視点位置から描画すると共に、前記輪郭描画用モデルのうち前記視点位置に対して表を向けている面のみを予め定められた配色で描画する第 4 ステップと、

を含むことを特徴とするレンダリング方法。

【請求項 2】

仮想空間内に配置され且つ表現する物体の外側を表とする複数の面で構成された立体モデルをレンダリングするレンダリング方法であって、

前記立体モデルに対応し且つ前記立体モデルの各面に対応する面の表裏が反転された輪郭描画用モデルを取得する第 1 ステップと、

前記立体モデルを包含する位置に前記輪郭描画用モデルを配置する第 2 ステップと、

前記立体モデルを所与の視点位置から描画すると共に、前記輪郭描画用モデルのうち前記視点位置に対して表を向けている面のみを予め定められた配色で描画する第 3 ステップと、

を含むことを特徴とするレンダリング方法。

【請求項 3】

前記第 1 ステップが、

前記立体モデルに対応し且つ前記立体モデルよりサイズが大きく且つ前記立体モデルの各面に対応する面の表裏が反転された輪郭描画用モデルを取得するステップ

であることを特徴とする請求項 2 記載のレンダリング方法。

【請求項 4】

前記第 1 ステップが、

前記立体モデルに対応し且つ前記立体モデルの各面に対応する面の表裏が反転され且つ前記立体モデルを構成する面の各頂点の法線方向に、当該頂点と対応する頂点が設定された前記輪郭描画用モデルを取得するステップ

であることを特徴とする請求項 2 記載のレンダリング方法。

【請求項 5】

前記第 1 ステップが、

前記立体モデルに対応し、明度又は透明度の変化を含む図柄を有するテクスチャがマッピングされ且つ前記立体モデルの各面に対応する面の表裏が反転された輪郭描画用モデルを取得するステップ

であることを特徴とする請求項 2 記載のレンダリング方法。

【請求項 6】

仮想空間内に配置され且つ表現する物体の外側を表とする複数の面で構成された立体モデルをレンダリングするレンダリング方法であって、

前記立体モデルに対応する輪郭描画用モデルを取得する第 1 ステップと、

前記立体モデルを包含する位置に前記輪郭描画用モデルを配置する第 2 ステップと、

前記立体モデルを所与の視点位置から描画すると共に、前記輪郭描画用モデルのうち前記視点位置に対して裏を向けている面のみを予め定められた配色で描画する第 3 ステップと、

を含むことを特徴とするレンダリング方法。

【請求項 7】

前記第 2 ステップが、

前記第 1 ステップで取得された前記輪郭描画用モデルのサイズを拡大すると共

に、前記立体モデルを包含する位置に前記輪郭描画用モデルを配置するステップであることを特徴とする請求項 6 記載のレンダリング方法。

【請求項 8】

前記第 1 ステップで取得された前記輪郭描画用モデルを構成する面の各頂点を当該各頂点の法線方向に移動することで前記輪郭描画用モデルのサイズを拡大する第 4 ステップをさらに含み、

前記第 2 ステップが、前記立体モデルを包含する位置に前記第 4 ステップで拡大された前記輪郭描画用モデルを配置するステップ

であることを特徴とする請求項 6 記載のレンダリング方法。

【請求項 9】

前記第 2 ステップが、

前記立体モデルのサイズを縮小すると共に、前記立体モデルを包含する位置に前記輪郭描画用モデルを配置するステップ

であることを特徴とする請求項 6 記載のレンダリング方法。

【請求項 10】

前記第 3 ステップが、

前記立体モデルを所与の視点位置から描画すると共に、前記輪郭描画用モデルのうち前記視点位置に対して裏を向けている面に対してのみ、明度又は透明度の変化を含む図柄を有するテクスチャをマッピングし、当該面を描画するステップであることを特徴とする請求項 6 記載のレンダリング方法。

【請求項 11】

仮想空間内に配置され且つ表現する物体の外側を表とする複数の面で構成された立体モデルをレンダリングするプログラムを格納した、コンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記プログラムは、前記コンピュータに、

前記立体モデルに対応し且つ前記立体モデルの各面に対応する面の表裏が反転された輪郭描画用モデルを取得する第 1 ステップと、

前記立体モデルを包含する位置に前記輪郭描画用モデルを配置する第 2 ステップと、

前記立体モデルを所与の視点位置から描画すると共に、前記輪郭描画用モデルのうち前記視点位置に対して表を向けている面のみを予め定められた配色で描画する第 3 ステップと、

を実行させるためのプログラムであることを特徴とする、コンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 1 2】

前記第 1 ステップが、

前記立体モデルに対応し且つ前記立体モデルよりサイズが大きく且つ前記立体モデルの各面に対応する面の表裏が反転された輪郭描画用モデルを取得するステップ

であることを特徴とする請求項 1 1 記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 1 3】

前記第 1 ステップが、

前記立体モデルに対応し且つ前記立体モデルの各面に対応する面の表裏が反転され且つ前記立体モデルを構成する面の各頂点の法線方向に、当該頂点と対応する頂点が設定された前記輪郭描画用モデルを取得するステップ

であることを特徴とする請求項 1 1 記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 1 4】

前記第 1 ステップが、

前記立体モデルに対応し、明度又は透明度の変化を含む図柄を有するテクスチャがマッピングされ且つ前記立体モデルの各面に対応する面の表裏が反転された輪郭描画用モデルを取得するステップ

であることを特徴とする請求項 1 1 記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 1 5】

仮想空間内に配置され且つ表現する物体の外側を表とする複数の面で構成された立体モデルをレンダリングするプログラムを格納した、コンピュータ読み取り

可能な記録媒体であって、

前記プログラムは、前記コンピュータに、

前記立体モデルに対応する輪郭描画用モデルを取得する第 1 ステップと、

前記立体モデルを包含する位置に前記輪郭描画用モデルを配置する第 2 ステップと、

前記立体モデルを所与の視点位置から描画すると共に、前記輪郭描画用モデルのうち前記視点位置に対して裏を向けている面のみを予め定められた配色で描画する第 3 ステップと、

を実行させるためのプログラムであることを特徴とする、コンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 1 6】

前記第 1 ステップが、

前記立体モデルに対応し且つ前記立体モデルよりサイズが大きい輪郭描画用モデルを取得するステップ

であることを特徴とする請求項 1 5 記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 1 7】

前記第 2 ステップが、

前記第 1 ステップで取得された前記輪郭描画用モデルのサイズを拡大すると共に、前記立体モデルを包含する位置に前記輪郭描画用モデルを配置するステップ

であることを特徴とする請求項 1 5 記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 1 8】

前記第 2 ステップが、

前記立体モデルのサイズを縮小すると共に、前記立体モデルを包含する位置に前記輪郭描画用モデルを配置するステップ

であることを特徴とする請求項 1 5 記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 1 9】

前記第 3 ステップが、

前記立体モデルを所与の視点位置から描画すると共に、前記輪郭描画用モデルのうち前記視点位置に対して裏を向けている面に対してのみ、明度又は透明度の変化を含む図柄を有するテクスチャをマッピングし、当該面を描画するステップであることを特徴とする請求項 1 5 記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 2 0】

仮想空間内に配置され且つ表現する物体の外側を表とする複数の面で構成された立体モデルをレンダリングするレンダリング装置であって、

前記立体モデルに対応し且つ前記立体モデルの各面に対応する面の表裏が反転された輪郭描画用モデルを取得する取得手段と、

前記立体モデルを包含する位置に前記輪郭描画用モデルを配置する配置手段と

、
前記立体モデルを所与の視点位置から描画すると共に、前記輪郭描画用モデルのうち前記視点位置に対して表を向けている面のみを予め定められた配色で描画する描画手段と、

を有することを特徴とするレンダリング装置。

【請求項 2 1】

仮想空間内に配置され且つ表現する物体の外側を表とする複数の面で構成された立体モデルをレンダリングするレンダリング装置であって、

前記立体モデルに対応する輪郭描画用モデルを取得する取得手段と、

前記立体モデルを包含する位置に前記輪郭描画用モデルを配置する配置手段と

、
前記立体モデルを所与の視点位置から描画すると共に、前記輪郭描画用モデルのうち前記視点位置に対して裏を向けている面のみを予め定められた配色で描画する描画手段と、

を有することを特徴とするレンダリング装置。

【請求項 2 2】

仮想空間内に配置され且つ表現する物体の外側を表とする複数の面で構成され

た立体モデルをレンダリングするゲーム装置であって、

コンピュータと、

前記コンピュータに実行させるプログラムを格納した、コンピュータ読み取り可能な記録媒体とを有し、

前記プログラムは、前記コンピュータに、

前記立体モデルに対応し且つ前記立体モデルの各面に対応する面の表裏が反転された輪郭描画用モデルを取得する取得機能と、

前記立体モデルを包含する位置に前記輪郭描画用モデルを配置する配置機能と

、
前記立体モデルを所与の視点位置から描画すると共に、前記輪郭描画用モデルのうち前記視点位置に対して表を向けている面のみを予め定められた配色で描画する描画機能と、

を実施させることを特徴とするゲーム装置。

【請求項 2 3】

仮想空間内に配置され且つ表現する物体の外側を表とする複数の面で構成された立体モデルをレンダリングするゲーム装置であって、

コンピュータと、

前記コンピュータに実行させるプログラムを格納した、コンピュータ読み取り可能な記録媒体とを有し、

前記プログラムは、前記コンピュータに、

前記立体モデルに対応する輪郭描画用モデルを取得する取得機能と、

前記立体モデルを包含する位置に前記輪郭描画用モデルを配置する配置機能と

、
前記立体モデルを所与の視点位置から描画すると共に、前記輪郭描画用モデルのうち前記視点位置に対して裏を向けている面のみを予め定められた配色で描画する描画機能と、

を実施させることを特徴とするゲーム装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明が属する技術分野】

本発明は、コンピュータ・グラフィックス（CG）に関し、より詳しくは仮想三次元空間内に配置された立体モデル及びその輪郭線をレンダリングする方法及び装置並びにレンダリング・プログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、CGの分野で非写實的レンダリング（non-photorealistic rendering）の技術が研究されている。この非写實的レンダリング技術は、手書き調の画像をCGで表現しようとするものである。そのひとつとして、仮想三次元空間内における視点位置、視線方向あるいは立体モデルの配置位置、方向、形状等の状態が変更された場合でも自動的に当該立体モデルの輪郭線を正しく描画する画像生成技術も種々研究されている。

【0003】

例えば特開平 7 - 8 5 3 1 0 号公報には、立体モデルがレンダリングされる際に、当該立体モデルを構成するポリゴンの辺を単位として、各辺が輪郭部分かどうかを検出して輪郭線を描画する技術が示されている。また、特開平 7 - 1 6 0 9 0 5 号公報には、当該立体モデルがレンダリングされる表示画像中の画素を単位として、各画素が輪郭部分かどうかを検出して輪郭線を描画する技術が示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

このように従来技術によれば、輪郭線を描画するためには立体モデルをポリゴンの辺単位又はレンダリングされる画素単位に分解して輪郭部分を検出する処理が必要である。そのため、輪郭線を描画する処理が非常に複雑であった。

【0005】

よって本発明の目的は、仮想空間に配置された立体モデルの輪郭線を簡単な処理で描画できるようにするレンダリング方法及び装置並びにレンダリング・プログラムを格納するコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することである。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の態様に係る、仮想空間内に配置され且つ表現する物体の外側を表とする複数の面で構成された立体モデルをレンダリングする方法は、第1の立体モデルに対応した第2の立体モデルを取得する第1ステップと、第2の立体モデルの各面を反転させて輪郭描画用モデルを生成する第2ステップと、第1の立体モデルを包含する位置に輪郭描画用モデルを配置する第3ステップと、第1の立体モデルを所与の視点位置から描画すると共に、輪郭描画用モデルのうち視点位置に対して表を向けている面のみを予め定められた配色で描画する第4ステップとを含む。

【 0 0 0 7 】

本発明の第2の態様に係るレンダリング方法は、立体モデルに対応し且つ立体モデルの各面に対応する面の表裏が反転された輪郭描画用モデルを取得する第1ステップと、立体モデルを包含する位置に輪郭描画用モデルを配置する第2ステップと、立体モデルを所与の視点位置から描画すると共に、輪郭描画用モデルのうち視点位置に対して表を向けている面のみを予め定められた配色で描画する第3ステップとを含む。

【 0 0 0 8 】

本発明では、表裏が反転した輪郭描画用モデルの視点位置に対して表を向けている面のみを描画する。そのため、輪郭描画用モデルの、視点位置から見て立体モデルと重ならない部分が輪郭線として描画される。

【 0 0 0 9 】

上で述べた第1ステップを、立体モデルに対応し且つ立体モデルよりサイズが大きく且つ立体モデルの各面に対応する面の表裏が反転された輪郭描画用モデルを取得するステップとすることも可能である。また、同じく第1ステップを、立体モデルに対応し且つ立体モデルの各面に対応する面の表裏が反転され且つ立体モデルを構成する面の各頂点の法線方向に、当該頂点と対応する頂点が設定された輪郭描画用モデルを取得するステップとすることも可能である。

【 0 0 1 0 】

輪郭描画用モデルの色は、第 1 ステップ時に定義してもよいし、立体モデルの色を引き継いでもよいし、実際の描画時に定義しても良い。

【 0 0 1 1 】

また上で述べた第 1 ステップを、立体モデルに対応し、明度又は透明度の変化を含む図柄を有するテクスチャがマッピングされ且つ立体モデルの各面に対応する面の表裏が反転された輪郭描画用モデルを取得するステップとすることも可能である。このようなテクスチャ・マッピングを実施すると、描画される輪郭線が手書き調になる。

【 0 0 1 2 】

本発明の第 3 の態様に係るレンダリング方法は、立体モデルに対応する輪郭描画用モデルを取得する第 1 ステップと、立体モデルを包含する位置に輪郭描画用モデルを配置する第 2 ステップと、立体モデルを所与の視点位置から描画すると共に、輪郭描画用モデルのうち視点位置に対して裏を向けている面のみを予め定められた配色で描画する第 3 ステップとを含む。

【 0 0 1 3 】

第 2 の態様と異なる点は、輪郭描画用モデルの面の表裏である。立体モデルを通常どおり描画するためには、輪郭描画用モデルにより立体モデルが視点位置から見て隠れないようにしなければならない。このため第 2 の態様では輪郭描画用モデルの面の表裏を立体モデルの対応する面とは逆にして、うら面を描画対象から除外している。第 3 の態様では輪郭描画用モデルの面の表裏は立体モデルと同じなので、描画する際にうら面のみを描画対象として同様の効果を得るようにしている。

【 0 0 1 4 】

上で述べた第 2 ステップを、第 1 ステップで取得された輪郭描画用モデルのサイズを拡大すると共に、立体モデルを包含する位置に輪郭描画用モデルを配置するステップとすることも可能である。

【 0 0 1 5 】

また本発明の第 3 の態様が、先に述べた第 1 ステップで取得された輪郭描画用モデルを構成する面の各頂点を当該各頂点の法線方向に移動することで輪郭描画

用モデルのサイズを拡大する第 4 ステップをさらに含み、上で述べた第 2 ステップを、立体モデルを包含する位置に第 4 ステップで拡大された輪郭描画用モデルを配置するステップとすることも可能である。面の法線を求めて、面をこの法線方向に移動させる方法も考えられるが、面と面の間を埋めるような処理が追加で必要となる。

【 0 0 1 6 】

さらに、上で述べた第 2 ステップを、立体モデルのサイズを縮小すると共に、立体モデルを包含する位置に輪郭描画用モデルを配置するステップとすることも可能である。輪郭描画用モデルは立体モデルより相対的に大きければ良いので、立体モデルを縮小することも考えられる。

【 0 0 1 7 】

さらに上で述べた第 3 ステップを、立体モデルを所与の視点位置から描画すると共に、輪郭描画用モデルのうち視点位置に対して裏を向けている面に対してのみ、明度又は透明度の変化を含む図柄を有するテクスチャをマッピングし、当該面を描画するステップとすることも考えられる。このようなテクスチャ・マッピングを実施すると、描画される輪郭線が手書き調になる。

【 0 0 1 8 】

本発明の第 4 の態様に係る、仮想空間内に配置され且つ表現する物体の外側を表とする複数の面で構成された立体モデルをレンダリングするプログラムは、コンピュータに、立体モデルに対応し且つ立体モデルの各面に対応する面の表裏が反転された輪郭描画用モデルを取得する第 1 ステップと、立体モデルを包含する位置に輪郭描画用モデルを配置する第 2 ステップと、立体モデルを所与の視点位置から描画すると共に、輪郭描画用モデルのうち視点位置に対して表を向けている面のみを予め定められた配色で描画する第 3 ステップとを実行させるためのプログラムである。

【 0 0 1 9 】

本発明の第 4 の態様においても、第 2 の態様において説明した第 1 ステップの変形は適用可能である。

【 0 0 2 0 】

本発明の第5の態様に係るレンダリング・プログラムは、コンピュータに、立体モデルに対応する輪郭描画用モデルを取得する第1ステップと、立体モデルを包含する位置に輪郭描画用モデルを配置する第2ステップと、立体モデルを所与の視点位置から描画すると共に、輪郭描画用モデルのうち視点位置に対して裏を向けている面のみを予め定められた配色で描画する第3ステップとを実行させるためのプログラムである。

【0021】

上で述べた第1ステップを、立体モデルに対応し且つ立体モデルよりサイズが大きい輪郭描画用モデルを取得するステップとすることも可能である。

【0022】

本発明の第5の態様に対しても、第3の態様において説明した第2ステップ及び第3ステップ等の変形は適用可能である。

【0023】

なお、本発明の第4及び第5の態様に係るプログラムは、例えばCD-ROM、フロッピーディスク、メモリカートリッジ、メモリ、ハードディスクなどの記録媒体又は記憶装置に格納される。このように記録媒体又は記憶装置に格納されるプログラムをコンピュータに読み込ませることで以下で述べるレンダリング装置及びゲーム装置を実現できる。また、記録媒体によってこれをソフトウェア製品として装置と独立して容易に配布、販売することができるようになる。さらに、コンピュータなどのハードウェアを用いてこのプログラムを実行することにより、これらのハードウェアで本発明のグラフィックス技術が容易に実施できるようになる。

【0024】

本発明の第6の態様に係る、仮想空間内に配置され且つ表現する物体の外側を表とする複数の面で構成された立体モデルをレンダリングするレンダリング装置は、立体モデルに対応し且つ立体モデルの各面に対応する面の表裏が反転された輪郭描画用モデルを取得する取得手段と、立体モデルを包含する位置に輪郭描画用モデルを配置する配置手段と、立体モデルを所与の視点位置から描画すると共に、輪郭描画用モデルのうち視点位置に対して表を向けている面のみを予め定め

られた配色で描画する描画手段とを有する。本レンダリング装置には、本発明の第2の態様に係る変形を適用することができる。

【0025】

本発明の第2の態様に係るレンダリング方法における各ステップをコンピュータに実行させることにより、上で述べたレンダリング方法と同様の効果を得ることが可能となる。従って、記載された処理ステップをコンピュータ等のハードウェアを用いて実行することにより、これらのハードウェアで本発明のレンダリング技術が容易に実施できるようになる。

【0026】

また本発明の第7の態様に係るレンダリング装置は、立体モデルに対応する輪郭描画用モデルを取得する取得手段と、立体モデルを包含する位置に輪郭描画用モデルを配置する配置手段と、立体モデルを所与の視点位置から描画すると共に、輪郭描画用モデルのうち視点位置に対して裏を向けている面のみを予め定められた配色で描画する描画手段とを有する。

【0027】

本レンダリング装置には、本発明の第3の態様に係る変形を適用することができる。本発明の第3の態様に係るレンダリング方法における各ステップをコンピュータに実行させることにより、上で述べたレンダリング方法と同様の効果を得ることが可能となる。従って、記載された処理ステップをコンピュータ等のハードウェアを用いて実行することにより、これらのハードウェアで本発明のレンダリング技術が容易に実施できるようになる。

【0028】

本発明の第8の態様に係る、仮想空間内に配置され且つ表現する物体の外側を表とする複数の面で構成された立体モデルをレンダリングするゲーム装置は、コンピュータと、コンピュータに実行させるプログラムを格納した、コンピュータ読み取り可能な記録媒体とを有する。そして、このプログラムは、コンピュータに、立体モデルに対応し且つ立体モデルの各面に対応する面の表裏が反転された輪郭描画用モデルを取得する取得機能と、立体モデルを包含する位置に輪郭描画用モデルを配置する配置機能と、立体モデルを所与の視点位置から描画すると共

に、輪郭描画用モデルのうち視点位置に対して表を向けている面のみを予め定められた配色で描画する描画機能とを実施させる。本ゲーム装置には、本発明の第2の態様において述べた変形を適用することができる。

【0029】

また、本発明の第9の態様に係るゲーム装置は、コンピュータと、コンピュータに実行させるプログラムを格納した、コンピュータ読み取り可能な記録媒体とを有する。そして、このプログラムは、コンピュータに、立体モデルに対応する輪郭描画用モデルを取得する取得機能と、立体モデルを包含する位置に輪郭描画用モデルを配置する配置機能と、立体モデルを所与の視点位置から描画すると共に、輪郭描画用モデルのうち視点位置に対して裏を向けている面のみを予め定められた配色で描画する描画機能とを実施させる。本ゲーム装置には、本発明の第3の態様に係る変形を適用することができる。

【0030】

【発明の実施の形態】

最初に、本発明をコンピュータ・プログラムにより実施する場合において当該コンピュータ・プログラムを実行するコンピュータ1000の一例を図1に示す。コンピュータ1000はコンピュータ本体101を含んでおり、このコンピュータ本体101は、その内部バス119に接続された演算処理部103、メモリ105、ハードディスク・ドライブHDD107、サウンド処理部109、グラフィックス処理部111、CD-Rドライブ113、通信インターフェース115、及びインターフェース部117を含む。

【0031】

このコンピュータ本体101のサウンド処理部109はスピーカーであるサウンド出力装置125に、グラフィックス処理部111は表示画面122を有する表示装置121に接続されている。また、CD-Rドライブ113にはCD-R131を装着し得る。通信インターフェース115はネットワーク151と通信媒体141を介して接続する。インターフェース部117には入力装置161が接続されている。

【0032】

演算処理部 103 は、CPU や ROM などを含み、HDD 107 や CD-R 131 上に格納されたプログラムを実行し、コンピュータ 1000 の制御を行う。メモリ 105 は、演算処理部 103 のワークエリアである。HDD 107 は、プログラムやデータを保存するための記憶領域である。サウンド処理部 109 は、演算処理部 103 により実行されているプログラムがサウンド出力を行うよう指示している場合に、その指示を解釈して、サウンド出力装置 125 にサウンド信号を出力する。

【0033】

グラフィックス処理部 111 は、演算処理部 103 から出力される描画命令に従って、表示装置 121 の表示画面 122 に表示を行うための信号を出力する。CD-R ドライブ 113 は、CD-R 131 に対しプログラム及びデータの読み書きを行う。通信インターフェース 115 は、通信媒体 141 を介してネットワーク 151 に接続し、他のコンピュータ等と通信を行う。インターフェース部 117 は、入力装置 161 からの入力をメモリ 105 に出力し、演算処理部 103 がそれを解釈して演算処理を実施する。

【0034】

本発明に係るプログラム及びデータは最初例えば CD-R 131 に記憶されている。そして、このプログラム及びデータは実行時に CD-R ドライブ 113 により読み出されて、メモリ 105 にロードされる。演算処理部 103 はメモリ 105 にロードされた、本発明に係るプログラム及びデータを処理し、描画命令をグラフィックス処理部 111 に出力する。なお、中間的なデータはメモリ 105 に記憶される。グラフィックス処理部 111 は演算処理部 103 からの描画命令に従って処理をし、表示装置 121 の表示画面 122 に表示を行うための信号を出力する。

【0035】

次に図 1 に示されたグラフィックス処理部 111 の一例を図 2 を用いて詳細に説明する。グラフィックス処理部 111 は、内部バス 119 とのやり取りを行うバス制御部 201、バス制御部 201 とデータのやり取りを行う幾何演算部 207 及び三角形描画処理部 205、三角形描画処理部 205 からのデータを受け取

り処理を実施するピクセルカラー処理部 209、各画素の Z 値を格納し且つピクセルカラー処理部 209 により使用される Z バッファ 211、及びピクセルカラー処理部 209 からの表示画面用データを格納するフレーム・バッファ 213 とを含む。なお、フレーム・バッファ 213 からの表示信号は、表示装置 121 に出力される。

【0036】

グラフィックス処理部 111 のバス制御部 201 は、演算処理部 103 から出力された描画命令を内部バス 119 を介して受信し、グラフィックス処理部 111 内の幾何演算部 207 又は三角形描画処理部 205 に出力する。場合によっては、幾何演算部 207 又は三角形描画処理部 205 の出力を内部バス 119 を介してメモリ 105 に出力するための処理をも行う。幾何演算部 207 は、座標変換、光源計算、回転、縮小拡大等の幾何演算を実施する。幾何演算部 207 は、幾何演算の結果を三角形描画処理部 205 に出力する。

【0037】

三角形描画処理部 205 は、三角形ポリゴンの各頂点のデータを補間して、三角形ポリゴン内部の各点におけるデータを生成する。ピクセルカラー処理部 209 は、三角形描画処理部 205 が生成する三角形ポリゴン内部の各点におけるデータを使用して、フレームバッファ 213 に表示画像を書き込む。この際、ピクセルカラー処理部 209 は Z バッファ 211 を使用して隠面消去を行う。

【0038】

例えば、演算処理部 103 が、グラフィックス処理部 111 に、世界座標系における三角形ポリゴンの各頂点の位置及び色並びに光源に関する情報をデータとし、透視変換及び光源計算を行う描画命令を出力した場合には、以下のような処理がグラフィックス処理部 111 内で実施される。描画命令を受信したバス制御部 201 は命令を幾何演算部 207 に出力する。幾何演算部 207 は、透視変換及び光源計算を実施し、三角形ポリゴンの各頂点のスクリーン座標系における座標値（Z 値を含む）及び色を計算する。幾何演算部 207 は、この計算結果を三角形描画処理部 205 に出力する。

【0039】

三角形描画処理部 205 は、三角形ポリゴンの各頂点における座標値（Z 値を含む）及び色を用いて、三角形ポリゴン内部の各画素における座標値（Z 値を含む）及び色を計算する。さらに、三角形描画処理部 205 は、この各画素における座標値（Z 値を含む）及び色をピクセルカラー処理部 209 に出力する。ピクセルカラー処理部 209 は、Z バッファ 211 から当該画素の現在の Z 値を読み出して、三角形描画処理部 205 から出力された Z 値と比較する。もし、出力された Z 値が現在の Z 値より小さければ、ピクセルカラー処理部 209 は、出力された Z 値を当該画素に対応する Z バッファ 211 内の記憶位置に格納し、当該画素の座標値に対応するフレーム・バッファ 213 内の記憶位置に当該画素の色を格納する。

【0040】

なお、当該画素の色に透明度が設定されている場合がある。その場合には、ピクセルカラー処理部 209 は、当該画素の座標値に対応するフレームバッファ 213 内の記憶位置に記憶されている色と、当該画素の色とを透明度に基づいて合成する。その結果、合成色が生成される。ピクセルカラー処理部 209 は、生成された合成色を前と同じ記憶位置に格納する。

【0041】

以下に示す各実施の形態は、図 1 に示されたコンピュータによって実施される。

【0042】

1. 実施の形態 1

次に本発明の実施の形態 1 の概略を図 3 の機能ブロック図を用いて説明する。実施の形態 1 として図示したレンダリング装置には、輪郭描画用モデル取得部 300、輪郭描画用モデル配置用マトリックス設定部 305、輪郭描画用モデル処理部 310、かすれ表現テクスチャマッピング部 320、隠面消去処理部 335 を含むピクセル処理部 330、及び立体モデル処理部 340 が含まれる。

【0043】

輪郭描画用モデル取得部 300 は、例えば三角形ポリゴンで構成された立体モデルに対応する輪郭描画用モデルを生成する。なお、輪郭描画用モデルが予め生

成してある場合には、輪郭描画用モデル取得部 3 0 0 は当該予め生成されている、三角形ポリゴンで構成された輪郭描画用モデルを読み出す。なお、取得される輪郭描画用モデルの各面は、立体モデルの対応する面とは表裏が逆になっている。また、輪郭描画用モデルは立体モデルより大きく、輪郭線用の所定の配色にて定義される。なお、輪郭描画用モデルは、最終的には対応する立体モデルより相対的に大きくなければならないが、この段階における輪郭描画用モデルの大きさは立体モデルと同じ場合もある。この場合は、輪郭描画用モデル及び立体モデルが描画されるまでに、輪郭描画用モデルが立体モデルより相対的に大きく描画されるよう処理される。また、輪郭描画用モデルの色は、対応する立体モデルのマテリアルの色をそのまま引き継ぐ場合もある。この場合、描画用の色は別に指定される。

【 0 0 4 4 】

この輪郭描画用モデルの基準位置は、通常対応する立体モデルの基準位置と同じ又はその近傍に位置するように定義される。例えば図 4 に輪郭描画用モデル 5 1 0 のサイズが立体モデル 5 0 0 のサイズよりひとまわり大きく定義されている場合を示す。この図 4 では、各面の矢印方向がおもて面を示している。立体モデル 5 0 0 は六角形の各面の外側がおもて面であり、輪郭描画用モデル 5 1 0 は六角形の各面の内側がおもて面となっている。

【 0 0 4 5 】

立体モデル 5 0 0 の基準位置である立体モデル基準位置 5 2 0 と、輪郭描画用モデル 5 1 0 の基準位置である輪郭描画用モデル基準位置 5 3 0 は共に各モデルの中心に定義される。また輪郭描画用モデル 5 1 0 は輪郭描画用モデル基準位置 5 3 0 を中心に、立体モデル 5 0 0 よりひとまわり大きく定義される。

【 0 0 4 6 】

そして、輪郭描画用モデル配置用マトリックス設定部 3 0 5 (図 3) が、仮想空間内の輪郭描画用モデル基準位置 5 3 0 を、立体描画用モデル基準位置 5 2 0 と同じ位置に配置するための配置用マトリックスを設定する。すなわち、輪郭描画用モデル 5 1 0 の配置用マトリックスを、輪郭描画用モデル基準位置 5 3 0 を立体モデル基準位置 5 2 0 の座標に平行移動させる変換を含むように設定するこ

とで、立体モデル 5 0 0 を包含する位置に輪郭描画用モデル 5 1 0 が配置される。

【 0 0 4 7 】

輪郭描画用モデル処理部 3 1 0 は、輪郭描画用モデルの各頂点につき、頂点変換（拡大・縮小・回転・平行移動・透視変換）を実施し、且つ輪郭描画用モデルの各面（又はポリゴン）の表裏判定を実施する。この頂点変換には上で述べた配置用マトリックスも用いられる。なお、ここで光源計算は実施されない。例えば、仮想三次元空間である仮想空間において指定された状態に合わせて拡大・縮小・回転・平行移動・透視変換するだけでなく、輪郭描画用モデル取得部 3 0 0 において立体モデルと同じ大きさの輪郭描画用モデルを取得した場合には、輪郭描画用モデル処理部 3 1 0 は、輪郭線描画用モデルのサイズの拡大を行うための頂点変換を実施する。ここで拡大した場合も立体モデルと輪郭描画用モデルの関係は図 4 のようになる。

【 0 0 4 8 】

また、面の表裏判定は、カメラ 5 5 0 からの視線 5 4 0 の方向と同じ方向がおもて面の方向である面を描画の対象から外すために行われる。図 4 の例では、輪郭描画用モデル 5 1 0 のカメラ 5 5 0 に近い面 5 1 1 及び 5 1 2 が描画対象から外れる。このようにすると、立体モデル 5 0 0 の外側にあり且つカメラ 5 5 0 に近い面は描画対象から外れるので、立体モデル 5 0 0 は通常どおり描画される。一方、輪郭描画用モデル 5 1 0 は、立体モデル 5 0 0 より後ろの面 5 1 3、5 1 4、5 1 5 及び 5 1 6 のみが描画対象となる。但し、ピクセル処理部 3 3 0 の隠面消去処理部 3 3 5 にて隠面消去が行われるので、描画対象となってもその面の全てが描画されるわけではない。

【 0 0 4 9 】

かすれ表現テクスチャマッピング部 3 2 0 は、結果的に描画される輪郭線がかすれているような線になるように、輪郭描画用モデルにかすれ表現用テクスチャをマッピングするための処理を実施するものである。このかすれ表現用テクスチャは、明度又は透明度の変化を含む図柄を有するテクスチャで後に例を示す。なお、必ずしも輪郭線がかすれている必要は無いので、かすれ表現テクスチャマッ

ピング部 320 を選択的に動作させるようにする。

【0050】

立体モデル処理部 340 は、立体モデルの処理を行うものである。すなわち、立体モデル処理部 340 は、立体モデルの各頂点に対し、頂点変換（拡大・縮小・回転・平行移動・透視変換）及び光源計算を実施し、立体モデルの各面（又はポリゴン）の表裏判定を行う。仮想三次元空間において指定された状態に合わせて拡大・縮小・回転・平行移動・透視変換するだけでなく、輪郭描画用モデル処理部 310 で処理された後の輪郭描画用モデルが立体モデルと同じ大きさである場合には、立体モデル処理部 340 は、立体モデルが輪郭描画用モデルに対して相対的に小さくなるように立体モデルのサイズを縮小するための頂点変換を実施する。

【0051】

立体モデル処理部 340 が縮小処理を行った場合も立体モデル 500 と輪郭描画用モデル 510 の関係は図 4 のようになる。また、面の表裏判定は、輪郭描画用モデル処理部 310 と同じで、立体モデルの面のうちカメラの視線方向と同じ方向がおもて面の方向である面を描画対象から除外する。図 4 の例では、カメラから見て後ろの方の面 503、504、505 及び 506 が描画対象から除外される。

【0052】

ピクセル処理部 330 は、各ピクセルの描画処理を行う。例えば、ピクセル処理部 330 は、面内の各ピクセルの色を面の頂点の色から補間して求め、Z バッファを使用した隠面消去処理を実施しつつ、各ピクセルの色を決定する。ピクセル処理部 330 は、当該処理を、輪郭描画用モデル処理部 310 及び立体モデル処理部 340 において描画対象とされた面について行う。

【0053】

例えば図 4 の場合には、立体モデル 500 のカメラ 550 に最も近い 2 つの面 501 及び 502 が描画され、輪郭描画用モデルのカメラ 550 から遠い 4 つの面 513、514、515 及び 516 が描画される。輪郭描画用モデル 510 のこの 4 つの面は、カメラ 550 から見ると立体モデル 500 から左右にはみ出し

ているので、はみ出している部分のみが隠面消去されずに描画される。このはみ出している部分が輪郭線となる。なお、ピクセル処理部 3 3 0 は、輪郭描画用モデルのマテリアルの色を考慮して色を決定する。なお、このマテリアルの色を全く無視して輪郭線の色（黒又は暗い輪郭線用の色）を輪郭描画用モデルの色とする場合もある。

【 0 0 5 4 】

次に、実施の形態 1 についての処理フローを説明する。なお、以下の処理は、演算処理部 1 0 3（図 1）がコンピュータ本体 1 0 1 内の他の要素を制御して実施される処理である。

【 0 0 5 5 】

[C D - R 記録処理]

図 5 には、予め行われる輪郭描画用モデルの生成処理が示されている。処理が開始すると、HDD 1 0 7 に予め記憶された立体モデルのデータが読み出され（ステップ S 3 0 3）、変換対象モデルとして取得される。

【 0 0 5 6 】

次に、この変換対象モデルのサイズがひとまわり大きくなるよう拡大される（ステップ S 3 0 5）。例えば、変換対象モデルの各頂点の法線方向に、当該変換対象モデルの全長の 2 パーセントの長さだけ当該頂点が移動され、全体として 2 パーセント程度拡大される。すなわち、例えば当該変換対象モデルが人間型で、その身長が 1. 8 m 相当であれば、各頂点は 0. 0 3 6 m に相当する長さだけ移動される。この拡大率がより大きい場合は輪郭線はより太く描画され、拡大率がより小さく、変換対象モデルがわずかに拡大されただけである場合には輪郭線はより細く描画される。更に、均一でなく一部がより拡大されれば、より拡大された部分の輪郭線のみが太く描画される。このサイズの調整は、通常立体モデルの製作者により行われるので、当該製作者の意図を反映した輪郭線を描画することができる。

【 0 0 5 7 】

なお、立体モデルの各頂点の法線が定義されていない場合には、当該頂点を共有する各面の法線を補間することにより求められる当該頂点の法線を用いて、当

該頂点を当該頂点の法線方向に移動させることもできる。また、立体モデルの各面の法線方向に当該面を移動させることもできる。しかし単純に面が移動されただけである場合には、面と面との間に隙間が生じてしまうので、それを埋めるための処理が別途必要になる。更に、通常立体モデルには基準位置が定義されているので、対応する変換対象モデルの基準位置を中心に、変換対象モデルの各頂点を移動させることもできる。

【0058】

次に、変換対象モデルの各面のマテリアルの色が、彩度は同じで明度を低くした色に設定される（ステップS307）。なお、各面がすべて黒などの単一色に設定されるとしてもよい。また、かすれ表現用テクスチャをマッピングするための設定がされるとしてもよい。マテリアルの色は製作者により調整されるので、当該製作者の意図した色で輪郭線を描画することができる。

【0059】

次に、変換対象モデルの各面の表裏を反転する（ステップS309）。具体的には、変換対象モデルを構成する各三角形の頂点が定義されている順番を一ヶ所入れ替える。なお、表裏判定方法の詳細は後述する。

【0060】

ここまでで変換された変換対象モデルのデータを、輪郭描画用モデル・データとしてHDD107に記憶し（ステップS311）、輪郭描画用モデル生成処理を終了する（ステップS313）。

【0061】

次に、HDD107に記憶された、輪郭描画用モデル・データを含む各種データが、CD-Rドライブ113によりCD-R131に書き込まれる。図6には、CD-R131に書き込まれたデータの例が模式的に示されている。

【0062】

プログラム領域132には、コンピュータ1000に本発明を実施させるためのプログラムが格納される。但し、本発明を実施するプログラムは、CD-R131に書き込むまでの処理と、後に詳述される図7に示される処理とに分けることができる。よって、上で述べた輪郭描画用モデルを生成して輪郭描画用モデル

・データを含む各種データをCD-R 131に書き込む処理を行うプログラムはここには含まないとしてもよい。このようにする事で、図7に示される処理を、例えばCD-Rドライブ113の代わりにCD-ROMドライブを備えた、コンピュータ1000とは別のコンピュータで実施することもできる。

【0063】

システムデータ領域133には、上で述べたプログラム領域132に格納されるプログラムによって処理される各種データが格納される。画像データ領域134には、輪郭描画用モデル・データ135を含むデータが格納される。但し、後述する輪郭描画用モデル取得処理において輪郭描画用モデルを生成する場合には、輪郭描画用モデル・データ135が格納される必要は無い。なお、立体モデル及びかすれを表現するテクスチャ等のデータも画像データ領域134に格納される。

【0064】

サウンドデータ領域136には、図1に示されたサウンド処理部109によりサウンド出力装置125からサウンドを出力させるためのデータが格納される。なお、サウンド処理は本発明と直接関係は無いので、サウンドデータ領域136にデータが格納されている必要は無い。

【0065】

なお、CD-R 131に格納される輪郭描画用モデルのサイズは、対応する立体モデルのサイズと同じ大きさで定義されるところとしてもよい。この場合には、後述する輪郭描画用モデル取得処理で輪郭描画用モデルが取得された後に、後述する輪郭描画用モデル配置処理で輪郭描画用モデルの配置用マトリックスが設定されるまでの間に輪郭描画用モデルが拡大される。あるいは、輪郭描画用モデル配置処理で輪郭描画用モデルの配置用マトリックスが設定される際に、当該配置用マトリックスが拡大変換を含むように当該配置用マトリックスが決定されるところとしてもよい。逆に、立体モデルを配置する際に、立体モデルの配置用マトリックスが縮小変換を含むように立体モデルの配置用マトリックスが決定されるところとしてもよい。

【0066】

また、CD-R 1 3 1 に格納される輪郭描画用モデルの各面のマテリアルの色は、対応する立体モデルの各面のマテリアルの色と同一であっても良い。この場合、後述される輪郭描画用モデルの描画処理の際に、例えば、黒などの別途定義された色で輪郭描画用モデルが描画される。

【 0 0 6 7 】

[全体の処理フロー]

図 7 に実施の形態 1 の全体の処理フローを示す。処理が開始すると、初期設定が行われる（ステップ S 2）。この初期設定の処理には、後に詳述する輪郭描画用モデルのデータ取得処理（図 8）や、描画すべき立体モデルのデータ取得処理が含まれる。そして、仮想空間内の状態が設定される（ステップ S 3）。この処理は、例えば視点の位置が変更されたり、光源の位置が変更されたり、モデルが移動させたり、モデルが変形された場合に、それに応じて仮想空間内の状態を変更する処理である。この処理が行われることで、立体モデル及び輪郭描画用モデルの位置座標・方向・拡大率・縮小率等の決定処理が行われる。より具体的には立体モデル及び輪郭描画用モデルの配置用マトリックス（図 1 0 で使用）の決定処理が行われる。また入力装置 1 6 1（図 1）のキー操作等に従ってステップ S 4 の輪郭線描画か否かの設定がこのステップ S 3 で行われる。

【 0 0 6 8 】

次に、輪郭線を描画するか否かの判断処理が行われる（ステップ S 4）。これは上で述べたように入力装置 1 6 1 のキー操作等による設定又は他のプログラムによる設定に基づき判断される。そして、輪郭線を描画すると判断された場合には、輪郭線描画用モデルの描画処理が実施される（ステップ S 5）。これについては後に図 1 0 を用いて説明する。そして輪郭線が描画される場合も描画されない場合も立体モデルの描画処理が実施される（ステップ S 6）。この処理についても後に図 1 4 を用いて説明する。このステップ S 3 乃至 S 6 が処理終了まで繰り返し実施される（ステップ S 7）。処理終了であるか否かは、処理を終了すべき旨の操作入力が行われたか否かによって判断される。

【 0 0 6 9 】

[輪郭描画用モデル取得処理]

図 8 には、輪郭描画用モデルの取得処理が示されている。ここではまず、輪郭描画用モデルが生成されるか否かが判断される（ステップ S 2 0 3）。輪郭描画用モデルを予め用意しておく場合と輪郭描画用モデルをこの段階にて生成する場合が存在するためである。ここでこの判断は、例えば立体モデルに対応した輪郭描画用モデルが C D - R 1 3 1 に格納されているか否かを判定する事により実施される。格納されていると判断されれば輪郭描画用モデルは生成されないと判断され、格納されていないと判断されれば、輪郭描画用モデルは生成されると判断される。

【 0 0 7 0 】

輪郭描画用モデルが生成されないと判断された場合には、C D - R 1 3 1 に格納されている輪郭描画用モデルのデータが読み出される（ステップ S 2 0 7）。この輪郭描画用モデルの各面は、上で図 4 及び図 5 を用いて説明されたように、立体モデルの対応する面とは表裏が反転されたものである。また読み出される輪郭描画用モデルのサイズは、対応する立体モデルより一回り大きく定義される。更に、輪郭描画用モデルの色は、対応する立体モデルより暗い色で定義される。

【 0 0 7 1 】

もし輪郭描画用モデルが生成されると判断された場合には、輪郭描画用モデルを生成する処理が行われる（ステップ S 2 0 5）。ステップ S 2 0 7 と同じように、この段階において輪郭描画用モデルが生成される場合においても、輪郭描画用モデルの各面は、上で図 4 を用いて説明されたように、立体モデルの対応する面とは表裏反転したものにする。

【 0 0 7 2 】

輪郭描画用モデルのサイズは、対応する立体モデルより一回り大きく生成される。ステップ S 3 0 5（図 5）と同じように、例えば立体モデルの各頂点の法線方向に当該頂点を移動させて拡大された輪郭描画用モデルが生成される。輪郭描画用モデルが立体モデルに比してより大きい場合は輪郭線はより太く描画され、輪郭描画用モデルが立体モデルよりわずかに大きいだけである場合は輪郭線はより細く描画される。

【 0 0 7 3 】

また、ステップS305（図5）の説明で述べられているように、立体モデルの各面の法線方向に当該面を移動させて拡大された輪郭描画用モデルが生成されるときでもよい。さらに、通常立体モデルに定義されている基準位置を中心に、その立体モデルの各頂点を移動させて拡大された輪郭描画用モデルが生成されるときでもよい。

【0074】

なお、この時点では、輪郭描画用モデルのサイズは、対応する立体モデルのサイズと同じ大きさを生成されるときでもよい。この場合には本輪郭描画用モデル取得処理で輪郭描画用モデルが取得された後、後述する輪郭描画用モデル配置処理で輪郭描画用モデルの配置マトリックスが設定されるまでの間に輪郭描画用モデルは拡大される。あるいは、輪郭描画用モデル配置処理で輪郭描画用モデルの配置用マトリックスが設定される際に、当該配置用マトリックスが拡大変換を含むように当該配置用マトリックスが決定されるときでもよい。逆に、立体モデルを配置する際に、立体モデルの配置用マトリックスが縮小変換を含むように立体モデルの配置用マトリックスが決定されるときでもよい。

【0075】

一方、輪郭描画用モデルの各面のマテリアルの色は、対応する立体モデルの各面のマテリアルの色をより暗くした色で生成される。なお、ステップS307（図5）の説明で述べられているのと同様に、この時点では、生成される輪郭描画用モデルの色は定義されていなくてもよい。あるいは、輪郭描画用モデルの各面のマテリアルの色が、対応する立体モデルの各面のマテリアルの色と同一であっても良い。この場合、輪郭描画用モデルの描画処理の際に、輪郭描画用モデルの色は考慮されず、例えば黒などの別途定義された色か、かすれを表現するテクスチャの色で輪郭描画用モデルが描画される。

【0076】

次に、輪郭描画用モデルにかすれを表現するテクスチャがマッピングされるか否かが判断される（ステップS209）。ステップS205で輪郭描画用モデルが生成された場合には、対応する立体モデルのデータに基づいて当該判断が実施される。一方、ステップS207で輪郭描画用モデルが読み出された場合には、

読み出された輪郭描画用モデルのデータに基づいて当該判断が実施される。かすれを表現するテクスチャがマッピングされると判断された場合には、ステップ S 2 1 1 にて輪郭描画用モデルにかすれを表現するテクスチャがマッピングされる。すなわち、ポリゴンの各頂点にテクスチャ座標（U，V）が設定される。

【 0 0 7 7 】

なお、上でも述べたように、かすれを表現するテクスチャは、明度又は透明度の変化を含む図柄を有する。図 9 には明度の変化を含むテクスチャの一例が示されている。これは黒地に白の斜線が細かく入った図柄を有するテクスチャである。黒部分の明度は低く、白部分の明度は高いので、図 9 に示されたテクスチャは明度の変化を含んでいる。

【 0 0 7 8 】

本発明において輪郭線は、輪郭描画用モデルの一部が線として切り出されて描画される。すなわち、図 9 のテクスチャがマッピングされた輪郭描画用モデルが輪郭線として描画される場合、輪郭描画用モデルから輪郭線として切り出される線に対応する線が当該テクスチャから切り出されて描画される。このとき、当該テクスチャから略縦方向又は略横方向に線が切り出されれば、いずれの線も明度の変化を含むことになる。このような線が輪郭線として描画されることで、明度の変化を含む輪郭線が描画される。すなわち、輪郭線のかすれが表現され、より手書き調の輪郭線が描画される。

【 0 0 7 9 】

図 9 に示されたテクスチャであれば、いずれの方向に線が切り出されてもその線は明度の変化を含む。しかし切り出される方向によってはほとんど明度が変化しない場合もある。輪郭描画用モデルのどの部分がどの方向に輪郭線として描画されるかは調整できるので、かすれを表現するテクスチャは、主に切り出される方向に応じてその図柄が調整される。

【 0 0 8 0 】

なお、透明度の変化を含む図柄を含む図柄を有するテクスチャがマッピングされた輪郭描画用モデルにより輪郭線が描画される場合には、当該輪郭線は透明度の変化を含む。透明度の高い部分にはその割合に応じて背景の色に近い色が描画

され、低い部分には例えば黒等の当該テクスチャの色に近い色が描画される。これにより濃淡の変化を含む輪郭線が描画され、輪郭線のかすれが表現される。

【0081】

かすれを表現するテクスチャがマッピングされないと判断された場合と、テクスチャがマッピングされる処理が終了した場合は、演算処理部103は輪郭描画用モデル取得処理を終了する（ステップS213）。

【0082】

〔輪郭描画用モデル配置処理〕

図7のステップS3において輪郭描画用モデルの配置マトリックスが設定され、輪郭描画用モデルの配置処理が行われる。通常輪郭描画用モデルの基準位置は、立体モデルの基準位置に対応する位置に設けられる。そしてその輪郭描画用モデルの基準位置が、立体モデルの基準位置と同一又は近傍に配置されるように、輪郭描画用モデルの配置用マトリックスが設定される。

【0083】

ここで立体モデルの方向が変化する場合には、輪郭描画用モデルもそれに対応するよう回転変換を含む配置用マトリックスが設定される。立体モデルの形状が変化する場合には、輪郭描画用モデルがそれに対応するように変形処理が行われる。

【0084】

この段階において輪郭描画用モデルが対応する立体モデルと同じ大きさである場合には、輪郭描画用モデルが拡大される。具体的には、輪郭描画用モデルの基準位置を中心として輪郭描画用モデルの各頂点が所定の拡大率に従って拡大変換されるように、輪郭描画用モデルの配置用マトリックスが設定される。あるいは逆に、立体モデルが縮小されるとしてもよい。すなわちこの場合には、立体モデルの基準位置を中心として立体モデルの各頂点が所定の縮小率に従って縮小変換されるように、立体モデルの配置用マトリックスが設定される。

【0085】

このようにすると、最終的には、相対的に大きい輪郭描画用モデルが立体モデルを包含するように配置される。両モデルの配置位置、方向、形状等の関係によ

り、輪郭描画用モデルは完全には立体モデルを包含しない場合も生じ得る。但し、このような場合であっても、包含している部分については輪郭線が描画される。

【 0 0 8 6 】

なお、この段階では必ずしも配置用マトリックスが設定されている必要は無く、配置される座標、方向及び拡大・縮小率等の頂点変換に必要な各要素が確定していればよい。この場合も、実際の頂点変換は各モデルの描画処理の段階で行われる。

【 0 0 8 7 】

[輪郭描画用モデル描画処理]

輪郭描画用モデルの描画処理フローを示す図 1 0 では、輪郭描画用モデルの全ての頂点について処理するまで、以下に説明する処理が繰り返し行われる（ステップ S 5 0 3）。繰り返し行われる最初の処理は、1つの頂点についての頂点変換（拡大・縮小・回転・平行移動・透視変換）処理である（ステップ S 5 0 5）。ここではステップ S 3 で求められた配置用マトリックスも頂点変換で用いられる。

【 0 0 8 8 】

例えば、この処理は演算処理部 1 0 3 により命令された幾何演算部 2 0 7 が実施する。ここで注意したいのは輪郭描画用モデルに対しては幾何演算部 2 0 7 が光源計算を実施しない点である。これは輪郭線は光源の位置等によらず描画され、光源計算をするのが無駄だからである。例えば輪郭描画用モデルのマテリアルの色は無視される場合もある。通常この頂点変換は、仮想三次元空間において指定された状態に基づき行われるが、もし輪郭描画用モデルの大きさが立体モデルと同じである場合には、配置処理で設定された配置用マトリックスに従って、この段階において輪郭描画用モデルが拡大変換される場合もある。

【 0 0 8 9 】

そして、当該頂点を含むポリゴン（面）はおもて面か否かの判断処理が行われる（ステップ S 5 0 7）。この判断は、三角形ポリゴンの場合この頂点の前に処理された 2 つの頂点から構成される三角形ポリゴンがいずれの方向を向いている

かで判断される。図 1 1 には、表裏判定方について説明するための、立体モデルを構成する三角形ポリゴンの例が示されている。この例では、図中上部の頂点の頂点番号が 0、下部左側の頂点の頂点番号が 1、下部右側の頂点の頂点番号が 2 である。すなわち、上部の頂点から反時計回りに、頂点番号が付与されている。

【 0 0 9 0 】

実施の形態 1 では、三角形ポリゴンの各頂点の頂点番号が反時計回りに付与されているように見える面が、おもて面と定義されている（いわゆる右手系）。従って、図 1 1 の三角形ポリゴンは、紙面手前方向がおもて面である。おもて面の方向に法線ベクトルがあるとする、その法線ベクトルと視線ベクトルとの内積の符号によって、三角形ポリゴンの表裏が判定できる。すなわち、内積の符号が正であれば、視点位置に対しておもて面を向けていることになり、内積の符号が負であれば、視点位置に対してうら面を向けていることとなる。

【 0 0 9 1 】

実際には図 1 2 に示されているように、スクリーンに投影された頂点 0 から頂点 1 へのベクトル a とスクリーンに投影された頂点 0 から頂点 2 へのベクトル b の外積 $a \times b$ が計算され、この外積の結果であるベクトル n の方向にておもて面か否かが判断される。ベクトル n は z 軸に平行であり、ベクトル n の z 成分の符号を検査すればおもて面か否かが判定される。すなわち、正ならおもてで、負ならうらである。図 1 2 左側は三角形の頂点の番号は反時計回りであり、外積の結果であるベクトル n は z 軸の正の方向に向いているのでおもてである。一方図 1 2 右側は三角形の頂点の番号は時計回りであり、外積の結果であるベクトル n は z 軸の負の方向に向いておりうらである。

【 0 0 9 2 】

実施の形態 1 における輪郭描画用モデルの場合、輪郭描画用モデルの面は立体モデルの対応する面とは表裏が逆になっている。図 1 3 には図 1 1 のポリゴンに対応し、表裏が反転されたポリゴンが示されている。図 1 3 に示す三角形ポリゴンの各頂点には、図中上方、右下、左下の順で 0, 1, 2 の頂点番号が付与されている。すなわち、対応する三角形ポリゴンには図 1 1 とは逆の順番で頂点番号が付与されている。よって、図 1 3 では紙面手前がうら面と判定される。なお、実

施の形態1ではこの段階において表裏判定を行うが、この段階より前に表裏判定を行うようにすることも可能である。

【0093】

もし、当該頂点を含むポリゴン（面）がうら面であった場合にはステップS503に戻る。当該頂点を含むポリゴン（面）がおもて面であった場合には、かすれを表現するテクスチャをマッピングするか否かが判断される（ステップS509）。

【0094】

これはポリゴンに対するテクスチャ・マッピングを意味している。もし、かすれを表現するテクスチャをマッピングする場合には、その頂点に対する、かすれを表現するためのテクスチャのテクスチャ座標が計算される（ステップS511）。テクスチャ・マッピングを行う場合、既にポリゴンの頂点にはテクスチャ座標（U，V）が指定してあるが、当該ポリゴンがスクリーンに対して斜めに配置されている場合にはテクスチャがスクリーン上で歪んで表示されることがある。この歪みを避けるために、テクスチャ・パースペクティブ処理として、ここでは、 $Q = 1/w$ （wはスクリーンからの奥行き）を用いて、 $S = U \times Q$ 、 $T = V \times Q$ の計算が行われる。もし、かすれを表現するテクスチャをマッピングしない場合にはステップS513に移行する。

【0095】

そして、例えば図2に示した三角形描画処理部205及びピクセルカラー処理部209が駆動される（ステップS513）。上で述べたように三角形描画処理部205は、三角形ポリゴンの各頂点のデータを補間して、三角形ポリゴン内部の各ピクセルにおけるデータを生成する。各頂点のデータは、マテリアルの色、スクリーン座標値、及びステップS511を実施すればテクスチャ座標値である。各ピクセルにおけるデータは、マテリアルの色及びステップS511を実施すればテクセル・カラーである。

【0096】

但し、この時点でマテリアルの色を無視して、各頂点に輪郭線の色を設定することも可能である。またマテリアルの色を考慮して、輝度を設定することも可能

である。ピクセルカラー処理部 2 0 9 は、三角形描画処理部 2 0 5 が生成する三角形ポリゴン内部の各ピクセルにおけるデータを使用して、フレームバッファ 2 1 3 に表示画像を書き込む。この際、Z バッファ 2 1 1 を使用して隠面消去を行う。

【 0 0 9 7 】

隠面消去には Z バッファ 2 1 1 を使用する例を示しているが、図 4 に示すような簡単なモデルについては Z バッファを使用しない、例えば Z ソート法のような隠面消去処理を実施しても良い。但し、もっと複雑なモデル、例えば人物の手などが胴体より前に配置されている場合等には、Z バッファを使用した隠面消去を行わないと、正確に輪郭線を描画することは困難である。

【 0 0 9 8 】

[立体モデル描画処理]

図 1 4 に実施の形態 1 及び後に述べる実施の形態 2 に共通する立体モデルの描画処理のフローを示す。ここでは、立体モデルの全ての頂点を処理するまで以下の処理が繰り返し行われる（ステップ S 6 0 3）。繰り返される第 1 の処理は、一つの頂点についての頂点変換（拡大・縮小・回転・平行移動・透視変換）及び光源計算である（ステップ S 6 0 5）。これは例えば演算処理部 1 0 3 からの命令により幾何演算部 2 0 7 が実行する。立体モデルのデータは例えば C D - R 1 3 1 に格納されている。

【 0 0 9 9 】

拡大・縮小・回転・平行移動・透視変換は、基本的には図 7 のステップ S 3 において設定された仮想空間内における状態に基づくものである。但し、輪郭描画用モデルが立体モデルと同じ大きさである場合には、立体モデルのサイズを縮小することにより輪郭描画用モデルを相対的に大きくする場合もある。この場合には、ステップ S 6 0 5 において縮小変換が実施される。なお、立体モデルの中心に向かって各頂点をその法線に沿って移動させると簡単に縮小できる。ここで透視変換は、世界座標系のポリゴンの各頂点の座標値をスクリーン座標系における座標値に変換するものである。また光源計算は、光源から発せられた仮想的な光線により生じる陰影（輝度）を計算するものである。

【0100】

次に、当該頂点を含むポリゴン（面）はおもて面か否かが判断される（ステップS607）。この判断は、三角形ポリゴンの場合この頂点の前に処理された2つの頂点から構成される三角形ポリゴンがいずれの方向を向いているかで判断する。この判断は輪郭描画用モデルの描画処理で説明した方法を用いることができる。なお、実施の形態1ではこの段階において表裏判定を行うが、この段階より前に表裏判定を行うようにすることも可能である。

【0101】

もし、当該頂点を含むポリゴン（面）がうら面であった場合にはステップS603に戻る。当該頂点を含むポリゴン（面）がおもて面であった場合にはその頂点のテクスチャ座標の計算処理が行われる（ステップS609）。テクスチャ・マッピング処理が行われる場合、既にポリゴンの頂点にはテクスチャ座標（U，V）が指定してあるが、テクスチャ・パースペクティブ処理として、ここでは、 $Q = 1/w$ （wはスクリーンからの奥行き）を用いて、 $S = U \times Q$ 、 $T = V \times Q$ の計算が行われる。但し、テクスチャ・マッピングを行うか否かは任意である。

【0102】

そして、例えば図2に示した三角形描画処理部205及びピクセルカラー処理部209が駆動される（ステップS611）。上で述べたように三角形描画処理部205は、三角形ポリゴンの各頂点のデータを補間して、三角形ポリゴン内部の各ピクセルにおけるデータを生成する。各頂点のデータは、マテリアルの色、スクリーン座標値、及びテクスチャ座標値である。また、各ピクセルにおけるデータは、マテリアルの色及びテクセル・カラーである。ピクセルカラー処理部209は、三角形描画処理部205が生成する三角形ポリゴン内部の各ピクセルにおけるデータを使用して、フレームバッファ213に表示画像を書き込む。この際、Zバッファ211を使用して隠面消去を行う。

【0103】

以上のような処理を実施すると、立体モデルは通常どおりレンダリングされ、実施の形態1で導入された輪郭描画用モデルは、立体モデルの後ろの面のうち立体モデルに隠れない部分が描画されるので、その部分が輪郭線としてレンダリン

グされる。実施の形態 1 では、輪郭描画用モデルを導入するだけで通常の立体モデルとほぼ同様の処理を行うことにより簡単に輪郭線を描画できるようになる。

【0104】

2. 実施の形態 2

本発明の実施の形態 2 の概略を図 15 の機能ブロック図を用いて説明する。実施の形態 2 として図示したレンダリング装置には、輪郭描画用モデル取得部 400、輪郭描画用モデル配置用マトリックス設定部 405、逆転表裏判定部 415 を含む輪郭描画用モデル処理部 410、かすれ表現テクスチャマッピング部 420、隠面消去処理部 435 を含むピクセル処理部 430、及び立体モデル処理部 440 が含まれる。

【0105】

輪郭描画用モデル取得部 400 は、例えば三角形ポリゴンで構成された立体モデルに対応する輪郭描画用モデルを生成する。なお、輪郭描画用モデルが予め生成してある場合には、輪郭描画用モデル取得部 400 は、当該予め生成されている、三角形ポリゴンで構成された輪郭描画用モデルを読み出す。実施の形態 2 は実施の形態 1 とは異なり、取得される輪郭描画用モデルの各面は、立体モデルの対応する面と表裏が同じである。また輪郭描画用モデルは立体モデルより大きく、輪郭線用の所定の配色にて定義される。なお、輪郭描画用モデルは、最終的には対応する立体モデルより相対的に大きくなければならないが、この段階における輪郭描画用オブジェクトの大きさは立体モデルと同じ場合もある。この場合には、輪郭描画用モデルと立体モデルが描画されるまでに、輪郭描画用モデルが立体モデルより相対的に大きく描画されるよう処理される。

【0106】

また、輪郭描画用モデルの色は、対応する立体モデルのマテリアルの色をそのまま引き継ぐ場合もある。この場合は描画用の色は別に指定される。この輪郭描画用モデルの基準位置は、通常対応する立体モデルの基準位置と同じ又はその近傍に位置するように定義される。例えば図 16 には、輪郭描画用モデル 610 が立体モデル 600 よりひとまわり大きく定義されている場合が示されている。この図 16 では、各面の矢印方向がおもて面を示している。立体モデル 600 も輪

郭描画用モデル 6 1 0 も六角形の各面の外側がおもて面となっている。

【0 1 0 7】

立体モデル 6 0 0 の基準位置である立体モデル基準位置 6 2 0 と、輪郭描画用モデル 6 1 0 の基準位置である輪郭描画用モデル基準位置 6 3 0 は共に各モデルの中心に定義される。また輪郭描画用モデル 6 1 0 は輪郭描画用モデル基準位置 6 3 0 を中心に立体モデル 6 0 0 よりひとまわり大きく定義される。

【0 1 0 8】

そして輪郭描画用モデル配置用マトリックス設定部 4 0 5 (図 1 5) が、仮想空間内の輪郭描画用モデル基準位置 6 3 0 を、立体モデル基準位置 6 2 0 と同じ位置に配置するための配置用マトリックスを設定する。この配置用マトリックスは対応するモデルの各頂点に対する平行移動、回転、拡大・縮小等の変換のために用いられる。すなわち、輪郭描画用モデル 6 1 0 の配置用マトリックスが輪郭描画用モデル基準位置 5 3 0 を立体モデル基準位置 5 2 0 の座標に平行移動させる変換を含むよう設定することで、立体モデル 6 0 0 を包含する位置に輪郭描画用モデル 6 1 0 が配置される。

【0 1 0 9】

輪郭描画用モデル処理部 4 1 0 は、輪郭描画用モデルの各頂点につき、頂点変換（拡大・縮小・回転・平行移動・透視変換）を実施し、且つ輪郭描画用モデルの各面（又はポリゴン）の表裏判定を実施する。この頂点変換には上で述べた配置用マトリックスが用いられる。但し、実施の形態 1 とは異なり、この表裏判定は逆転表裏判定部 4 1 5 で行われる。またここでは光源計算を実施しない。例えば仮想三次元空間である仮想空間において指定された状態に合わせて拡大・縮小・回転・平行移動・透視変換するだけでなく、輪郭描画用モデル取得部 4 0 0 において立体モデルと同じ大きさの輪郭描画用モデルを取得した場合には、輪郭描画用モデル処理部 4 1 0 は、輪郭線描画用モデルの拡大を行うための頂点変換を実施する。ここで拡大した場合も立体モデルと輪郭描画用モデルの関係は図 1 6 のようになる。

【0 1 1 0】

また、実施の形態 2 の輪郭描画用モデルの場合には、おもて面をうらと判断し

、うら面をおもてと判断する。よって、図 1 6 の例ではカメラ 6 5 0 からの視線 6 4 0 の方向と同じ方向に矢印が向いている面 6 1 3, 6 1 4, 6 1 5 及び 6 1 6 のみを描画対象とする。この面は通常であればうら面であるから描画対象から外れるが、実施の形態 2 では描画対象として取り扱う。このようにすると、立体モデル 6 0 0 の外側にあり且つカメラ 6 5 0 に近い面 6 1 1 及び 6 1 2 は描画対象から外れるので、立体モデル 6 0 0 は通常どおり描画される。なお、ピクセル処理部 4 3 0 の隠面消去処理部 4 3 5 にて隠面消去が行われるので、描画対象となってもそれらの面の全てが描画されるわけではない。

【 0 1 1 1 】

かすれ表現テクスチャマッピング部 4 2 0 は、結果的に描画される輪郭線がかすれているような線になるように、輪郭描画用モデルにかすれ表現用テクスチャをマッピングするための処理を実施するものである。なお、必ずしも輪郭線がかすれている必要は無いので、かすれ表現テクスチャマッピング部 4 2 0 を選択的に動作させるようにする。

【 0 1 1 2 】

立体モデル処理部 4 4 0 は、立体モデルの処理を行うものである。すなわち、立体モデル処理部 4 4 0 は、立体モデルの各頂点に対し、頂点変換（拡大・縮小・回転・平行移動・透視変換）及び光源計算を実施し、立体モデルの各面（又はポリゴン）の表裏判定を行う。仮想三次元空間において指定された状態に合わせて拡大・縮小・回転・平行移動・透視変換するだけでなく、輪郭描画用モデル処理部 4 1 0 で処理された後の輪郭描画用モデルが立体モデルと同じ大きさである場合には、立体モデル処理部 4 4 0 は、立体モデルが輪郭描画用モデルに対して相対的に小さくなるように立体モデルのサイズを縮小するための頂点変換を実施する。ここで縮小した場合も立体モデルと輪郭描画用モデルの関係は図 1 6 のようになる。

【 0 1 1 3 】

また、面の表裏判定は、通常と同じで、すなわち輪郭描画用モデルの場合とは逆で、立体モデル 6 0 0 の面のうちカメラ 6 5 0 の視線 6 4 0 の方向と同じ方向に矢印が向いている面を描画対象から除外する。図 1 6 の例では、カメラ 6 5 0

から見て後ろの方の面 603, 604, 605 及び 606 が描画対象から除外される。ここでは、必要に応じて立体モデルのテクスチャ・マッピングのための処理も行う。

【0114】

ピクセル処理部 430 は、各ピクセルの描画処理を行う。例えば、ピクセル処理部 430 は、面内の各ピクセルの色を面の頂点の色から補間して求め、Z バッファを使用した隠面消去処理を実施しつつ、各ピクセルの色を決定する。ピクセル処理部 430 は、当該処理を、輪郭描画用モデル処理部 410 及び立体モデル処理部 440 において描画対象とされた面について行う。

【0115】

例えば図 16 の場合には、立体モデル 600 のカメラ 650 に最も近い 2 つの面 601 及び 602 が描画され、輪郭描画用モデルのカメラ 650 に遠い 4 つの面 613, 614, 615 及び 616 が描画される。輪郭描画用モデル 610 のこの 4 つの面は、カメラ 650 から見ると立体モデル 600 から左右にはみ出している部分のみが隠面消去されずに描画される。このはみ出している部分が輪郭線となる。なお、ピクセル処理部 430 は、輪郭描画用モデルの MATERIAL の色を考慮して色を決定する。なお、MATERIAL の色を全く無視して輪郭線の色（黒又は暗い輪郭線用の色）を輪郭描画用モデルの色とする場合もある。

【0116】

次に、実施の形態 2 についての処理フローを説明する。なお、以下の処理は、演算処理部 103 がコンピュータ本体 101 内の他の要素と連携して行う処理である。

【0117】

〔CD-R 記録処理〕

図 17 には、実施の形態 2 において予め行われる輪郭描画用モデルの生成処理が示されている。処理が開始すると、HDD 107 に予め記憶された立体モデルのデータが読み出され（ステップ S353）、変換対象モデルとして取得される。

【0 1 1 8】

次に、その変換対象モデルのサイズがひとまわり大きくなるよう拡大される（ステップ S 3 5 5）。例えば、変換対象モデルの各頂点の法線方向に、当該変換対象モデルの全長の 2 パーセントの長さだけ当該頂点が移動され、全体として 2 パーセント程度拡大される。すなわち、例えば当該変換対象モデルが人間型で、その身長が 1. 8 m 相当であれば、各頂点は 0. 0 3 6 m 相当の長さだけ移動される。この拡大率がより大きい場合は輪郭線はより太く描画され、拡大率がより小さく、変換対象モデルがわずかに拡大されただけである場合には輪郭線はより細く描画される。更に、均一ではなく一部がより拡大されれば、より拡大された部分の輪郭線のみが太く描画される。この調整は、通常立体モデルの製作者により行われるので、当該製作者の意図を反映した輪郭線を描画することができる。

【0 1 1 9】

なお、立体モデルの各頂点の法線が定義されていない場合には、当該頂点を共有する各面の法線を補間することにより求められる当該頂点の法線を用いて、当該頂点を当該頂点の法線方向に移動させることもできる。

【0 1 2 0】

また、立体モデルの各面の法線方向に当該面を移動させることもできる。しかし単純に面が移動されただけである場合には、面と面との間に隙間が生じてしまうので、それを埋めるための処理が別途必要になる。更に、通常立体モデルには基準位置が定義されているので、対応する変換対象モデルの基準位置を中心に、当該変換対象モデルの各頂点を移動させることもできる。

【0 1 2 1】

次に、変換対象モデルの各面のマテリアルの色が、彩度は同じで明度を低くした色に設定される（ステップ S 3 5 7）。なお、各面はすべて黒などの単一色に設定されるところとしてもよい。また、かすれ表現用テクスチャをマッピングするための設定がされるところとしてもよい。マテリアルの色は製作者により調整されるので、当該製作者の意図した色で輪郭線を描画することができる。

【0 1 2 2】

実施の形態 2 では、変換対象モデルの各面の表裏を反転する処理は行われない

ので、ここまで処理された変換対象モデルのデータを、輪郭描画用モデル・データとしてHDD107に記憶し（ステップS361）、輪郭描画用モデル生成処理を終了する（ステップS363）。

【0123】

次に、HDD107に記憶された、輪郭描画用モデル・データを含む各種データが、CD-Rドライブ113によりCD-R131に書き込まれる。図6に記載されているレベルでは、CD-R131に書き込まれたデータの例は実施の形態1と同じである。すなわち、プログラム領域132には、コンピュータ1000に本発明を実施させるためのプログラムが格納される。このプログラムは、CD-R131に書き込むまでの処理を含まないとしてもよい。システムデータ領域133には、上で述べたプログラム領域132に格納されるプログラムによって処理される各種データが格納される。

【0124】

画像データ領域134には、輪郭描画用モデル・データ135を含むデータが格納される。ここで輪郭描画用モデル・データの示すモデルの各面の表裏は立体モデルの対応する面と同じである。また、後述する輪郭描画用モデル取得処理において、輪郭描画用モデルを生成する場合は、輪郭描画用モデル・データ135が格納される必要は無い。サウンドデータ領域136には、図1に示されたサウンド処理部109によりサウンド出力装置125からサウンドを出力させるためのデータが格納される。

【0125】

なお、CD-R131に格納される輪郭描画用モデルのサイズは、対応する立体モデルのサイズと同じ大きさで定義されるときもよい。この場合には、後述する輪郭描画用モデル取得処理で輪郭描画用モデルが取得された後、後述する輪郭描画用モデル配置処理で輪郭描画用モデルの配置用マトリックスが設定されるまでの間に輪郭描画用モデルが拡大される。あるいは、輪郭描画用モデル配置処理で輪郭描画用モデルの配置用マトリックスが設定される際に、当該配列用マトリックスが拡大変換を含むように当該配置用マトリックスが決定されるときもよい。逆に、立体モデルを配置する際に、立体モデルの配置用マトリックスが縮

小変換を含むように立体モデルの配置用マトリックスが決定されるとしてもよい。

【0126】

また、CD-R131に格納される輪郭描画用モデルの各面のマテリアルの色は、対応する立体モデルの各面のマテリアルの色と同一であってもよい。この場合、後述される輪郭描画用モデルの描画処理の際に、例えば黒などの別途定義された色で輪郭描画用モデルが描画される。

【0127】

[全体の処理フロー]

図7に記載されているレベルの処理フローは実施の形態1と同じである。すなわち、最初に初期設定が行われる（ステップS2）。この初期設定では、後に詳述する輪郭描画用モデルのデータ取得処理（図18）を含む。そして、仮想空間内の状態が設定される（ステップS3）。この時輪郭描画用モデルの位置座標等の決定処理が実施される。次に、輪郭線を描画するか否かの判断処理が行われる（ステップS4）。もし輪郭線が描画される場合には、輪郭線描画用モデルの描画処理が実施される（ステップS5）。これについては後に図19を用いて説明する。そして輪郭線が描画される場合も描画されない場合も立体モデルの描画が行われる（ステップS6）。このステップS3乃至S6が処理終了まで繰り返される（ステップS7）。

【0128】

[輪郭描画用モデル取得処理]

輪郭描画用モデルの取得処理が図18に示されている。ここではまず、輪郭描画用モデルが生成されるか否かが判断される（ステップS223）。輪郭描画用モデルを予め用意しておく場合と輪郭描画用モデルがこの段階にて生成される場合が存在するためである。ここでこの判断は、例えば立体モデルに対応した輪郭描画用モデルがCD-R131に格納されているか否かを判定する事により実施される。格納されていると判断されれば輪郭描画用モデルは生成されないと判断され、格納されていないと判断されれば、輪郭描画用モデルは生成されると判断される。

【 0 1 2 9 】

輪郭描画用モデルが生成されないと判断された場合には、CD-R 1 3 1 に格納されている輪郭描画用モデルのデータが読み出される（ステップ S 2 7 7）。この輪郭描画用モデルの各面は、上で図 1 6 及び図 1 7 を用いて説明されたように、実施の形態 1 とは異なり、立体モデルの対応する面とは表裏が同じものである。また読み出される輪郭描画用モデルのサイズは対応する立体モデルより一回り大きく定義される。更に、輪郭描画用モデルの色は、対応する立体モデルより暗い色で定義される。

【 0 1 3 0 】

もし輪郭描画用モデルが生成されると判断された場合には、輪郭描画用モデルを生成する処理が行われる（ステップ S 2 2 5）。ステップ S 2 2 7 と同じように、この段階において輪郭描画用モデルを生成する場合においても、輪郭描画用モデルの各面は、立体モデルの対応する面と表裏が同じものにする（図 1 6 参照）。

【 0 1 3 1 】

輪郭描画用モデルのサイズは、対応する立体モデルより一回り大きく生成される。ステップ S 3 5 5（図 1 7）と同じように、例えば立体モデルの各頂点の法線方向に当該頂点を移動させて拡大された輪郭描画用モデルが生成される。輪郭描画用モデルが立体モデルに比してより大きい場合は輪郭線はより太く描画され、輪郭描画用モデルが立体モデルよりわずかに大きいだけである場合は輪郭線はより細く描画される。

【 0 1 3 2 】

また、ステップ S 3 5 5（図 1 7）の説明で述べられているように、立体モデルの各面の法線方向に当該面を移動させて拡大された輪郭描画用モデルが生成されるとしてもよい。更に、通常立体モデルに定義されている基準位置を中心に、この立体モデルの各頂点を移動させて拡大された輪郭描画用モデルが生成されるとしてもよい。

【 0 1 3 3 】

なお、この時点では、輪郭描画用モデルのサイズは、対応する立体モデルのサ

イズと同じ大きさで生成されるとしてもよい。この場合には、本輪郭描画用モデル取得処理で輪郭描画用モデルが取得された後、後述する輪郭描画用モデル配置処理で輪郭描画用モデルの配置用マトリックスが設定されるまでの間に輪郭描画用モデルが拡大される。あるいは、輪郭描画用モデル配置処理で輪郭描画用モデルの配置用マトリックスが設定される際に、当該配置用マトリックスが、その拡大変換を含むように決定されるとしてもよい。逆に、立体モデルを配置する際に、立体モデルの配置用マトリックスが縮小変換を含むように立体モデルの配置用マトリックスが決定されるとしてもよい。

【0134】

一方、輪郭描画用モデルの各面のマテリアルの色は、対応する立体モデルの各面のマテリアルの色をより暗くした色で生成される。なお、ステップS357（図17）の説明で述べられているのと同様に、この時点では、生成される輪郭描画用モデルの色は定義されていなくてもよい。あるいは、輪郭描画用モデルの各面のマテリアルの色が、対応する立体モデルの各面のマテリアルの色と同一であっても良い。この場合、輪郭描画用モデルの描画処理の際に、輪郭描画用モデルの色は考慮されず、例えば黒などの別途定義された色か、かすれを表現するテクスチャの色で輪郭描画用モデルが描画される。

【0135】

次に、輪郭描画用モデルにかすれを表現するテクスチャがマッピングされるかが判断される（ステップS299）。ステップS225で輪郭描画用モデルが生成された場合には、対応する立体モデルのデータに基づいてこの判断が実施される。一方、ステップS227で輪郭描画用モデルが読み出された場合には、読み出された輪郭描画用モデルのデータに基づいてこの判断が実施される。かすれを表現するテクスチャがマッピングされると判断された場合には、ステップS231にて輪郭描画用モデルにかすれを表現するテクスチャがマッピングされる。すなわち、ポリゴンの各頂点にテクスチャ座標（U，V）が設定される。

【0136】

なお、前述の通り、かすれを表現するテクスチャは、明度又は透明度の変化を含む図柄を有するテクスチャであって、例えば図9に示されたテクスチャである

。かすれを表現するテクスチャがマッピングされないと判断された場合と、テクスチャがマッピングされる処理が終了した場合は、演算処理部103は輪郭描画用モデル取得処理を終了する（ステップS233）。

【0137】

〔輪郭描画用モデル配置処理〕

図7のステップS3において輪郭描画用モデルの配置マトリックスが設定され、輪郭描画用モデルの配置処理が行われる。通常輪郭描画用モデルの基準位置は、立体モデルの基準位置に対応する位置に設けられる。そしてその輪郭描画用モデルの基準位置が、立体モデルの基準位置が配置されている位置と同一又はその近傍に配置されるように、輪郭描画用モデルの配置用マトリックスが設定される。

【0138】

ここで立体モデルの方向が変化する場合には、輪郭描画用モデルもそれに対応するよう回転変換を含む配置用マトリックスが設定される。立体モデルの形状が変化する場合には、輪郭描画用モデルがそれに対応するよう変形処理が行われる。

【0139】

この段階において輪郭描画用モデルが対応する立体モデルと同じ大きさである場合は、輪郭描画用モデルが拡大される。具体的には、輪郭描画用モデルの基準位置を中心として輪郭描画用モデルの各頂点が所定の拡大率に従って拡大変換されるように、輪郭描画用モデルの配置用マトリックスが設定される。あるいは逆に、立体モデルが縮小されるとしてもよい。すなわちこの場合には、立体モデルの基準位置を中心として立体モデルの各頂点が所定の縮小率に従って縮小変換されるように、立体モデルの配置用マトリックスが設定される。

【0140】

このようにすると、最終的には、相対的に大きい輪郭描画用モデルが立体モデルを包含するように配置される。両モデルの配置位置、方向、形状等の関係により、輪郭描画用モデルは完全には立体モデルを包含しない場合も生じ得る。但し、このような場合であっても、包含している部分については輪郭線は描画される

【0141】

なお、この段階では必ずしも配置用マトリックスが設定されている必要は無く、配置される座標、方向及び拡大・縮小率等の頂点変換に必要な各要素が確定していればよい。この場合も、実際の頂点変換は各モデルの描画処理の段階で行われる。

【0142】

〔輪郭描画用モデルの描画処理〕

輪郭描画用モデルの描画処理フローを表す図19では、輪郭描画用モデルの全ての頂点について処理するまで、以下に説明する処理が繰り返される（ステップS523）。繰り返し行われる最初の処理は、1つの頂点について頂点変換（拡大・縮小・回転・平行移動・透視変換）である（ステップS525）。例えば、この処理は演算処理部103に命令された幾何演算部207が実施する。

【0143】

ここで注意したいのは輪郭描画用モデルに対しては光源計算を実施しない点である。これは輪郭線は光源の位置等に関係が無く、光源計算をするのが無駄だからである（場合によっては輪郭描画用モデルのマテリアルの色は最終的に無視される場合がある）。通常この頂点変換は、仮想三次元空間において指定された状態に基づき行われるが、もし輪郭描画用モデルの大きさが立体モデルと同じである場合には、配置処理で設定された配置用マトリックスに従ってこの段階において輪郭描画用モデルが拡大変換される場合もある。

【0144】

そして、当該頂点を含むポリゴン（面）は通常の判断基準でうら面か否かの判断処理が実施される（ステップS527）。通常はおもて面しか描画対象とされないが、実施の形態2の輪郭描画用モデルの場合には通常の判定基準でうら面が描画対象とされる。このステップの判断は、三角形ポリゴンの場合この頂点の前に処理された2つの頂点から構成される三角形ポリゴンがいずれの方向を向いているかで行う。

【0145】

図11に示すように、例えば、通常の判断基準で三角形ポリゴンの各頂点に反時計回りに頂点番号が付されている場合に紙面手前がおもて面であると定義する（いわゆる右手系）。実施の形態2では、表裏判定の基準を逆転し、時計回りに頂点番号が付されている場合に紙面手前がおもて面であるとして判断する。この逆転した表裏判定基準でおもて面と判断された面のみを描画対象とする。結果的に実施の形態2の判断基準におけるおもて面が、通常の判断基準ではうら面と判断されるからである。

【0146】

図20には、判断対象となる三角形ポリゴンの例が示されている。図20に示す三角形ポリゴンの各頂点には、図中上方、左下、右下の順で0, 1, 2の頂点番号が付与されている。図20の例では頂点番号の付し方からすると紙面手前がおもて面であるが、逆転した判断基準では紙面手前はうら面となる。逆転した判断基準でうら面の場合には、通常ではおもて面であるからこの面は描画対象からはずされる。なお、実施の形態2でもこの段階において表裏判定を行うが、この段階より前に表裏判定を行うようにすることも可能である。

【0147】

もし、当該頂点を含むポリゴン（面）が通常の判断基準でおもて面であった場合にはステップS523に戻る。当該頂点を含むポリゴン（面）が通常の判断基準でうら面であった場合には、かすれを表現するテクスチャをマッピングする否かの判断処理が実施される（ステップS529）。これはポリゴンに対するテクスチャ・マッピングを意味している。もし、かすれを表現するテクスチャをマッピングする場合には、その頂点に対する、かすれを表現するためのテクスチャのテクスチャ座標の計算処理が実施される（ステップS531）。テクスチャ・パースペクティブ処理として、ここでは、 $Q = 1/w$ （ w はスクリーンからの奥行き）を用いて、 $S = U \times Q$ 、 $T = V \times Q$ の計算が行われる。もし、かすれを表現するテクスチャをマッピングしない場合にはステップS533に移行する。

【0148】

そして、例えば図2に示した三角形描画処理部205及びピクセルカラー処理部209が駆動される（ステップS533）。上で述べたように三角形描画処理

部 205 は、三角形ポリゴンの各頂点のデータを補間して、三角形ポリゴン内部の各ピクセルにおけるデータを生成する。各頂点のデータは、マテリアルの色、スクリーン座標値、及びステップ S 531 を実施すればテクスチャ座標値である。また、各ピクセルにおけるデータは、マテリアルの色及びステップ S 531 を実施すればテクセル・カラーである。但し、この時点でマテリアルの色を無視して、各頂点に輪郭線の色を設定することも可能である。またマテリアルの色を考慮して、輝度を設定することも可能である。ピクセルカラー処理部 209 は、三角形描画処理部 205 が生成する三角形ポリゴン内部の各ピクセルにおけるデータを使用して、フレームバッファ 213 に表示画像を書き込む。この際、Z バッファ 211 を使用して隠面消去を行う。

【0149】

[立体モデル描画処理]

立体モデルの描画処理も実施の形態 1 (図 14) と変わらない。すなわち、立体モデルの全ての頂点を処理するまで以下の処理が繰り返し実施される (ステップ S 603)。繰り返される第 1 の処理は、一つの頂点についての頂点変換 (拡大・縮小・回転・平行移動・透視変換) 及び光源計算である (ステップ S 605)。これは例えば演算処理部 103 からの命令により幾何演算部 207 が実行する。立体モデルのデータは例えば CD-R 131 に格納されている。輪郭描画用モデルが立体モデルと同じ大きさである場合には、立体モデルを縮小することにより輪郭描画用モデルを相対的に大きくする場合もある。この場合には、ステップ S 605 において縮小変換を実施する。

【0150】

次に、当該頂点を含むポリゴン (面) はおもて面か否かの判断処理が実施される (ステップ S 607)。この判断は、三角形ポリゴンの場合この頂点の前に処理された 2 つの頂点から構成される三角形ポリゴンがいずれの方向を向いているかで判断する。もし、当該頂点を含むポリゴン (面) がうら面であった場合にはステップ S 603 に戻る。当該頂点を含むポリゴン (面) がおもて面であった場合にはその頂点のテクスチャ座標の計算処理が実施される (ステップ S 609)。そして、例えば図 2 に示した三角形描画処理部 205 及びピクセルカラー処理

部 209 が駆動される（ステップ S611）。

【0151】

上で述べたように三角形描画処理部 205 は、三角形ポリゴンの各頂点のデータを補間して、三角形ポリゴン内部の各ピクセルにおけるデータを生成する。各頂点のデータは、マテリアルの色、スクリーン座標値、及びテクスチャ座標値である。各ピクセルにおけるデータは、マテリアルの色及びテクセル・カラーである。ピクセルカラー処理部 209 は、三角形描画処理部 205 が生成する三角形ポリゴン内部の各ピクセルにおけるデータを使用して、フレームバッファ 213 に表示画像を書き込む。この際、Z バッファ 211 を使用して隠面消去を行う。

【0152】

以上のような処理を実施すると、立体モデルは通常どおりレンダリングされ、実施の形態 2 で導入された輪郭描画用モデルは、立体モデルの後ろの面の内部のうち立体モデルに隠れない部分が描画されるので、その部分が輪郭線としてレンダリングされる。実施の形態 2 では、輪郭描画用モデルを導入し且つ輪郭描画用モデルの表裏判定を逆転するだけで通常の立体モデルとほぼ同様の処理を行うことにより簡単に輪郭線を描画できるようになる。

【0153】

3. 他の実施の形態

（1）図 4 および図 16 では、輪郭描画用モデルの面と立体モデルの面が一对一になっているが、輪郭描画用モデルの面の数を減らすことも可能である。面の数が減れば、処理が高速化されるためである。但し、輪郭描画用モデルの面には立体モデル中に対応する面が存在する。

【0154】

（2）図 7 に示した処理フローのステップ S4 とステップ S6 は順番を入れ替えることが可能である。

【0155】

（3）使用するハードウェアの変更

上で述べた実施の形態では、立体モデル及び輪郭描画用モデル描画処理の一部の処理を、グラフィックス処理部 111 が実行するような実施の形態を開示した

が、オブジェクト描画処理全体をグラフィックス処理部 1 1 1 が行っても、演算処理部 1 0 3 が実行するようにしても良い。

【0 1 5 6】

また図 1 は一例であって、様々な変更が可能である。例えば、ゲーム装置ならば、インターフェース部 1 1 7 にデータを保存するためのメモリカードの読み書きインターフェースを備えるようにすることも考えられる。また、通信インターフェース 1 1 5 を備えるか否かは任意である。本発明は直接サウンド処理には関係しないので、サウンド処理部 1 0 9 を備えている必要は無い。

【0 1 5 7】

また、CD-R は記録媒体の一例であって、RAM のような内部メモリ、フロッピーディスク、磁気ディスク、DVD-RAM 等の他の記録媒体であってもよい。その場合には CD-R ドライブ 1 1 3 を、対応する媒体で読み書き可能なドライブにする必要がある。更に本発明は記録媒体に書き込むまでの処理と図 7 に示された処理とが独立しており、それぞれを互いに異なるコンピュータで動作させることが可能である。図 7 に示された処理では記録媒体からの読み取りが可能であればよいので、図 7 に示された処理を行うコンピュータは、媒体に格納されたプログラム及びデータの読み取りのみが可能なドライブを備えていればよい。すなわち記録媒体としては更に、ROM のような内部メモリ、CD-ROM、DVD-ROM、メモリカートリッジ等の主に読み取り専用の記録媒体でもよい。その場合には CD-R ドライブ 1 1 3 を、対応する媒体を読み取り可能なドライブにする必要がある。

【0 1 5 8】

さらに、以上は本発明をコンピュータ・プログラムにより実装した場合であるが、コンピュータ・プログラムと電子回路などの専用の装置の組み合わせ、又は電子回路などの専用の装置のみによっても実装することは可能である。その際、図 7、図 8、図 1 0 及び図 1 4 又は図 7、図 1 8、図 1 9 及び図 1 4 の各ステップに表される機能毎に装置を構成してもよいし、それらの一部又はそれらの組み合わせに毎に装置を構成することも考えられる。

【0 1 5 9】

以上、本発明を実施の形態に基づいて具体的に説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。例えば、上記実施の形態では、通常のコンピュータをプラットフォームとして本発明を実現した場合について述べたが、本発明は家庭用ゲーム機、アーケードゲーム機などをプラットフォームとして実現しても良い。場合によっては、携帯情報端末、カーナビゲーション・システム等をプラットフォームにして実現することも考えられる。

【0160】

また、本発明を実現するためのプログラムやデータは、コンピュータやゲーム機に対して着脱可能なCD-R等の記録媒体により提供される形態に限定されない。すなわち、本発明を実現するためのプログラムやデータは、図1に示す通信インターフェース115により、通信回線141を介して接続されたネットワーク151上の他の機器側のメモリに上記プログラムやデータを記録し、このプログラムやデータを通信回線141を介して必要に応じて順次メモリ105に格納して使用する形態であってもよい。

【0161】

[表示例]

図21に図8又は図18で輪郭描画用モデルを立体モデルから自動的に生成してレンダリングした場合の画像表示例を示す。木の幹の周りにほぼ均等な幅で輪郭線が描画されている。一方、図22に、図5又は図17で予め輪郭描画用モデルを生成しておき、その予め生成されている輪郭描画用モデルを読み出してレンダリングした結果の例を示す。輪郭描画用モデルを適当に作成すれば、輪郭線が細い部分や太いところを任意に作成することができる。例えば図22では木の幹の上の方では輪郭線が細く、木の幹の根元部分は輪郭線が細くなっている。加えて、図23に輪郭線のかすれ表現の例を示す。例えば図9のようなテクスチャを輪郭描画用モデルにマッピングすると、図23のように輪郭線が部分的に欠けたようになる。これにより手で書いたような輪郭線を表現することができるようになる。

【0162】

以上のように本発明を使用すると、立体モデルに輪郭線を簡単な処理で表現することができるようになる。輪郭線を使用する場合には例えばセルアニメーション (cel animation) を作成するような場合がある。セルアニメーションを手書きで作成する場合には、手作業の量が増えるため、あまり多くの場面や角度からの画像を作成できない。また、手書き調のゲームキャラクタが表示されるゲームにおいても、同様の理由によりあまり多くの角度からのキャラクタの画像を作成できない。本発明のようにコンピュータ・グラフィックスを使用することにより表現できるようになるので、任意の場面の画像を簡単に作成できるようになる。

【0163】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、仮想空間に配置された立体モデルを描画すると共に、当該立体モデルに対応し且つ当該立体モデルを包含する輪郭描画用モデルの内側を描画することにより当該立体モデルの輪郭線を描画できるようにするレンダリング方法及び装置並びにレンダリング・プログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係るプログラムを実行するコンピュータの一例を示すブロック図である。

【図2】

図1におけるグラフィックス処理部の一例を示すブロック図である。

【図3】

実施の形態1の機能ブロック図である。

【図4】

実施の形態1におけるカメラ、立体モデル、及び輪郭描画用モデルの位置関係を説明するための模式図である。立体モデル及び輪郭描画用モデルのおもて面が向いている方向を矢印で示している。

【図5】

実施の形態1における輪郭描画用モデル生成処理のフローチャートである。

【図 6】

CD-R 1 3 1 に書き込まれたデータの例を示した模式図である。

【図 7】

本発明全体の処理を示すフローチャートである。

【図 8】

実施の形態 1 の輪郭描画用モデル取得処理のフローチャートである。

【図 9】

かすれ表現をするためのテクスチャの一例である。

【図 1 0】

実施の形態 1 の輪郭描画用モデル描画処理のフローチャートである。

【図 1 1】

三角形ポリゴンの表裏判定を説明するための模式図である。

【図 1 2】

表裏を判定する方法を説明するための模式図である。

【図 1 3】

実施の形態 1 における三角形ポリゴンの表裏判定を説明するための模式図である。

【図 1 4】

本発明における立体モデル描画処理のフローチャートである。

【図 1 5】

実施の形態 2 の機能ブロック図である。

【図 1 6】

実施の形態 2 におけるカメラ、立体モデル、及び輪郭描画用モデルの位置関係を説明するための模式図である。立体モデル及び輪郭描画用モデルのおもて面が向いている方向を矢印で示している。

【図 1 7】

実施の形態 2 における輪郭描画用モデル生成処理のフローチャートである。

【図 1 8】

実施の形態 2 における輪郭描画用モデル取得処理のフローチャートである。

【図 1 9】

実施の形態 2 における輪郭描画用モデル描画処理のフローチャートである。

【図 2 0】

実施の形態 2 における三角形ポリゴンの表裏判定を説明するための模式図である。

【図 2 1】

本発明を用いてレンダリングした画像の一表示例である。なお、自動的に生成した輪郭描画用モデルの場合である。

【図 2 2】

本発明を用いてレンダリングした画像の一表示例である。なお、予め人間により作成された輪郭描画用モデルを使用した場合である。

【図 2 3】

本発明を用いてレンダリングした画像の一表示例である。なお、図 7 のかすれ表現のためのテクスチャを輪郭描画用モデルにマッピングした場合である。

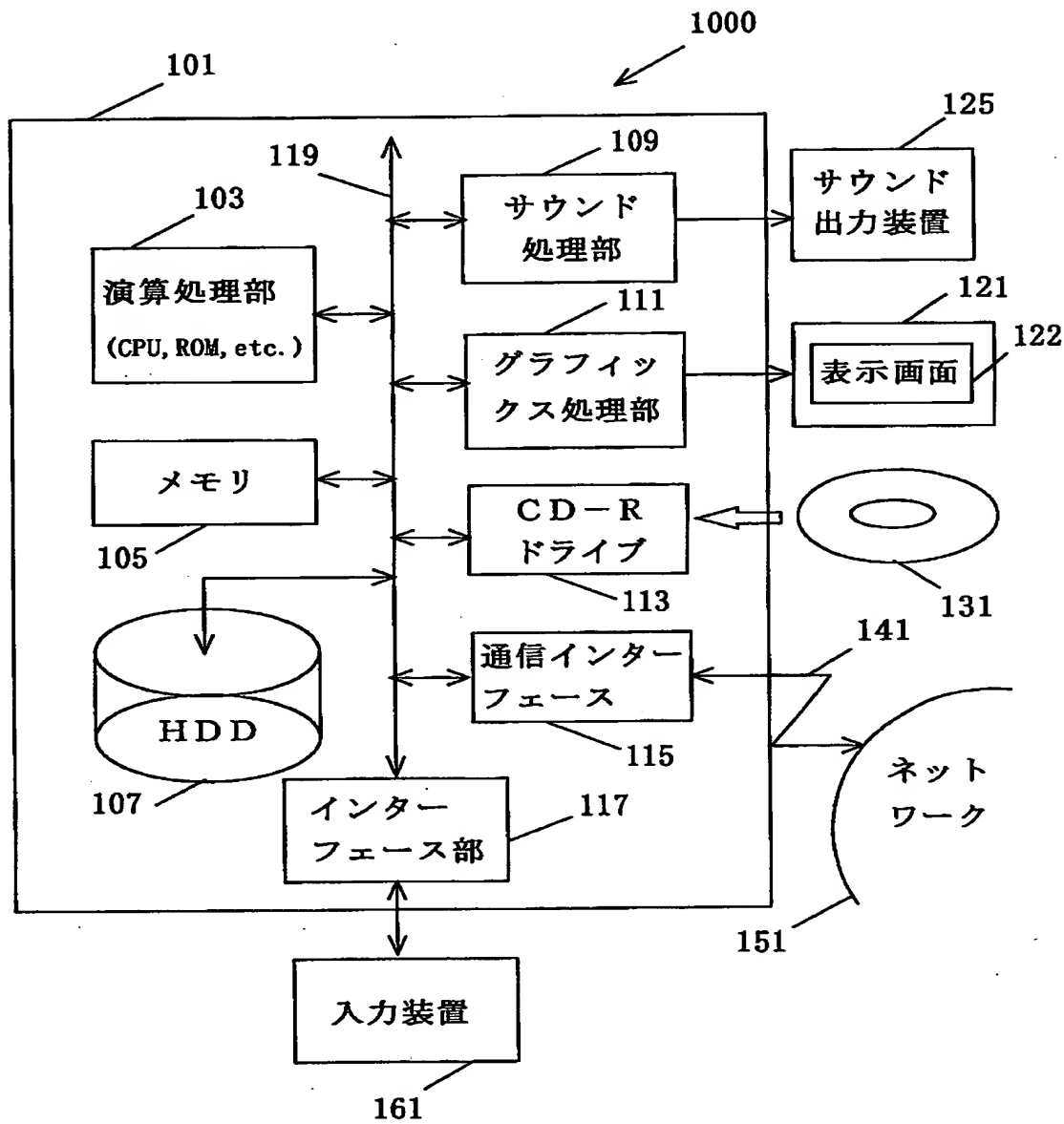
【符号の説明】

1 0 0 0	コンピュータ	1 0 1	コンピュータ本体	1 0 3	演算処理部
1 0 5	メモリ	1 0 7	HDD	1 0 9	サウンド処理部
1 1 1	グラフィックス処理部	1 1 3	CD-Rドライブ		
1 1 5	通信インターフェース	1 1 7	インターフェース部		
1 1 9	内部バス	1 2 1	表示装置	1 2 5	サウンド出力装置
1 3 1	CD-R	1 4 1	通信媒体	1 5 1	ネットワーク
1 6 1	入力装置				
2 0 1	バス制御部	2 0 5	三角形描画処理部	2 0 7	幾何演算部
2 0 9	ピクセルカラー処理部	2 1 1	Zバッファ		
2 1 3	フレームバッファ	3 0 0	輪郭描画用モデル取得部		
3 0 5	輪郭描画用モデル配置用マトリックス設定部				
3 1 0	輪郭描画用モデル処理部				
3 2 0	かすれ表現テクスチャマッピング部				
3 3 0	ピクセル処理部	3 3 5	隠面消去処理部		

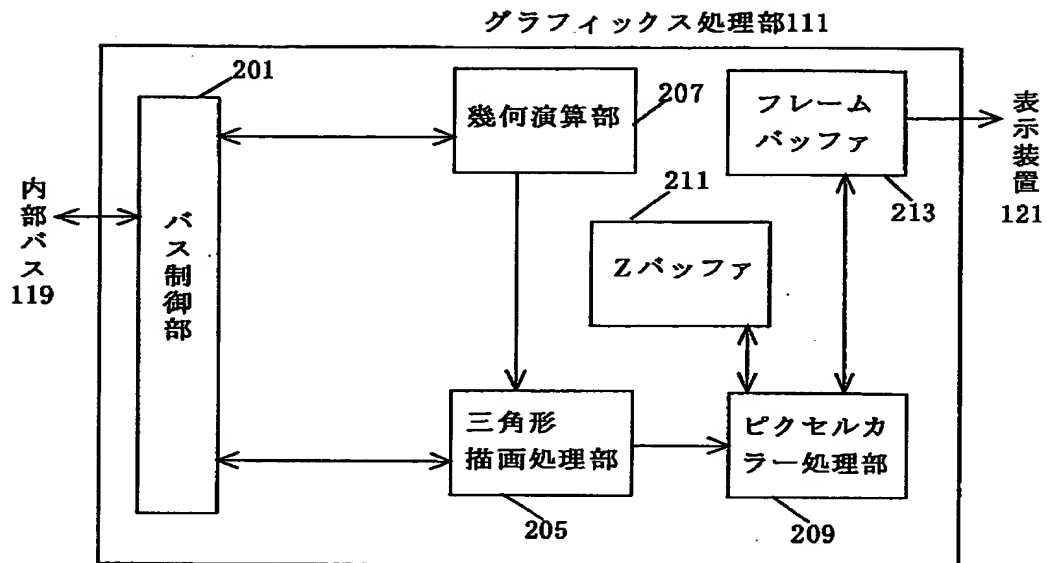
3 4 0 立体モデル処理部 4 0 0 輪郭描画用モデル取得部
4 0 5 輪郭描画用モデル配置用マトリックス設定部
4 1 0 輪郭描画用モデル処理部 4 1 5 逆転表裏判定部
4 2 0 かすれ表現テクスチャマッピング部 4 3 0 ピクセル処理部
4 3 5 隠面消去処理部 4 4 0 立体モデル処理部

【書類名】 図面

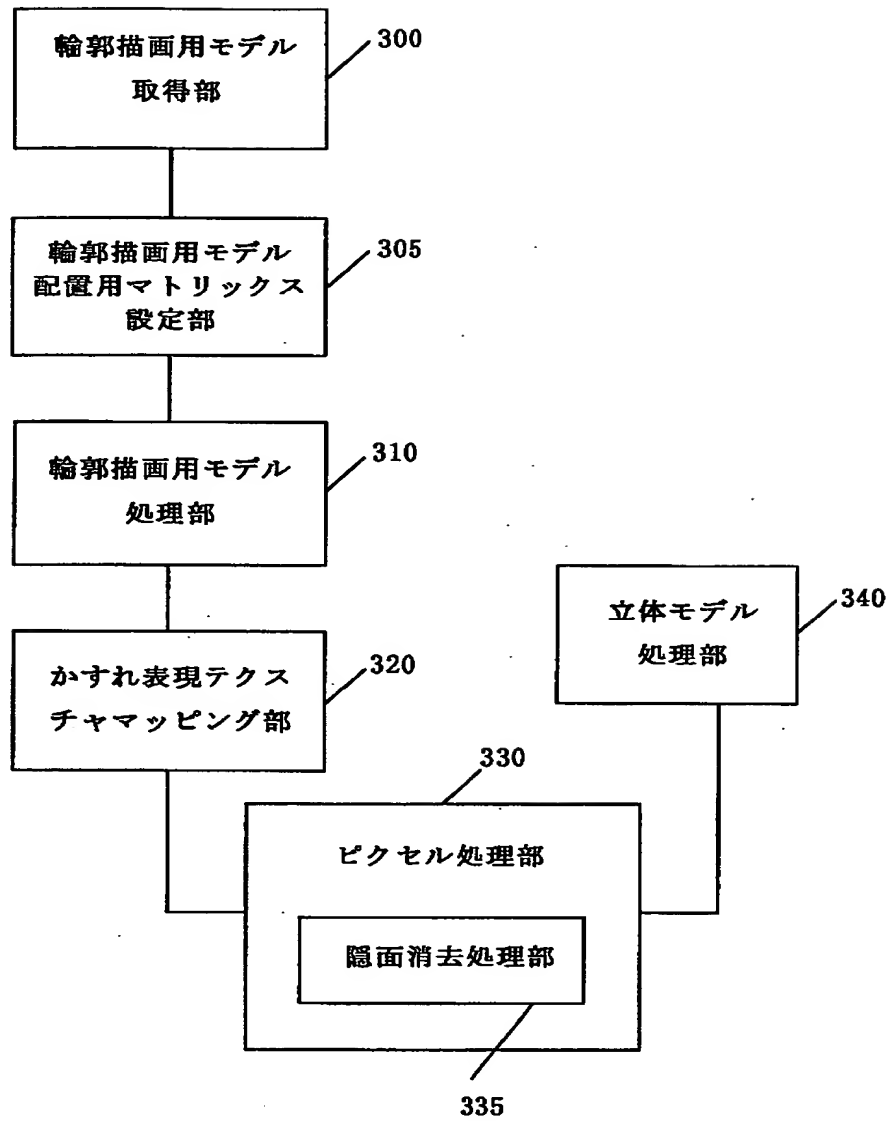
【図 1】



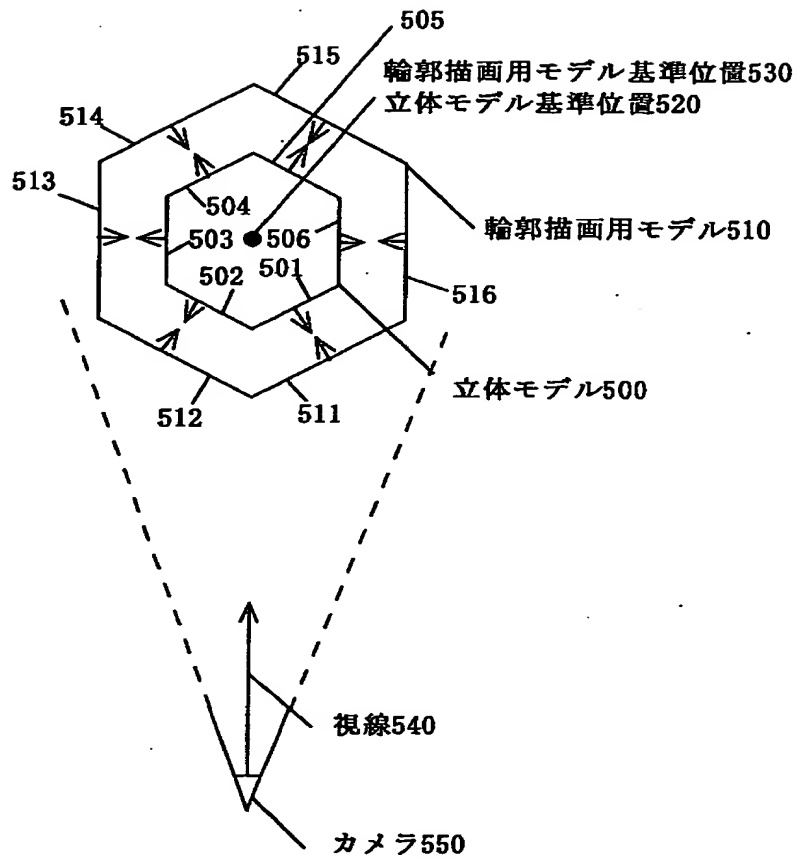
【図 2】



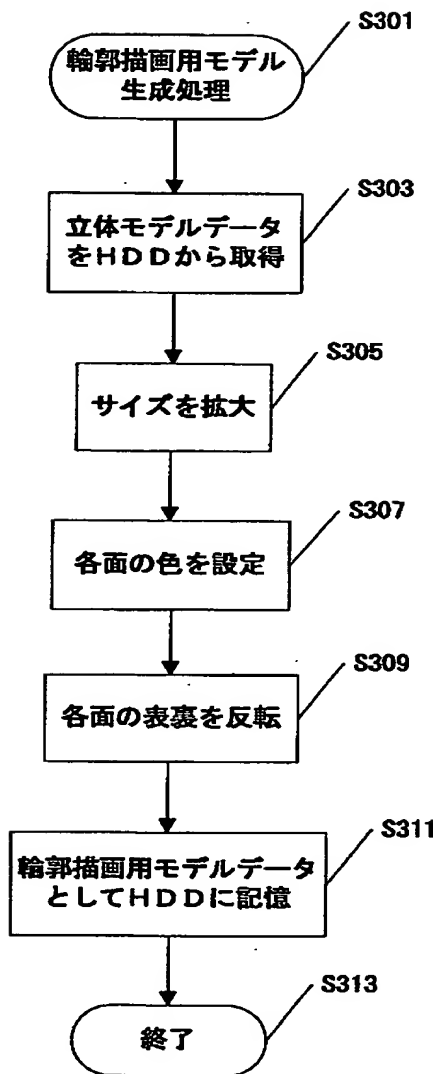
【図 3】



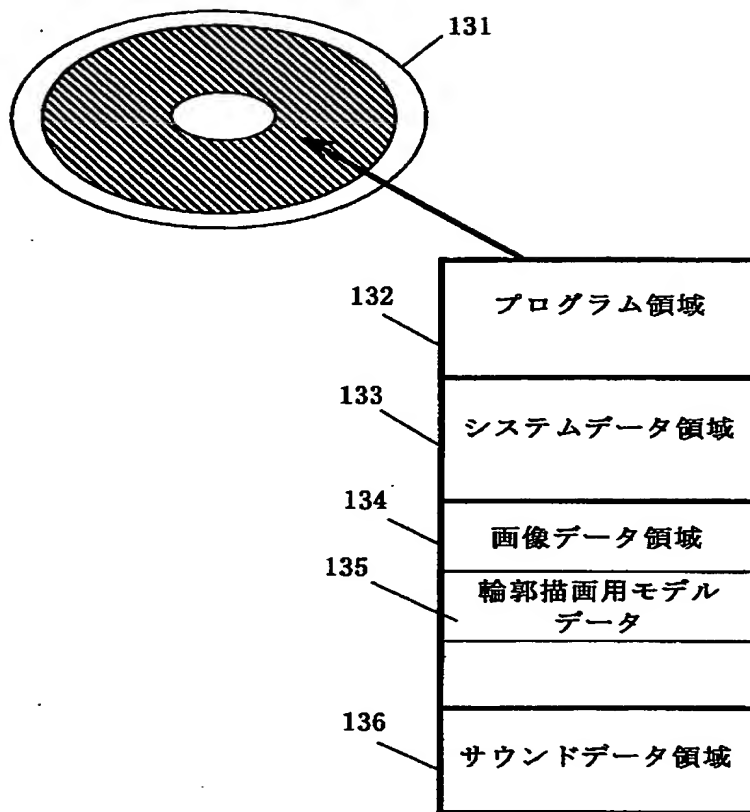
【図 4】



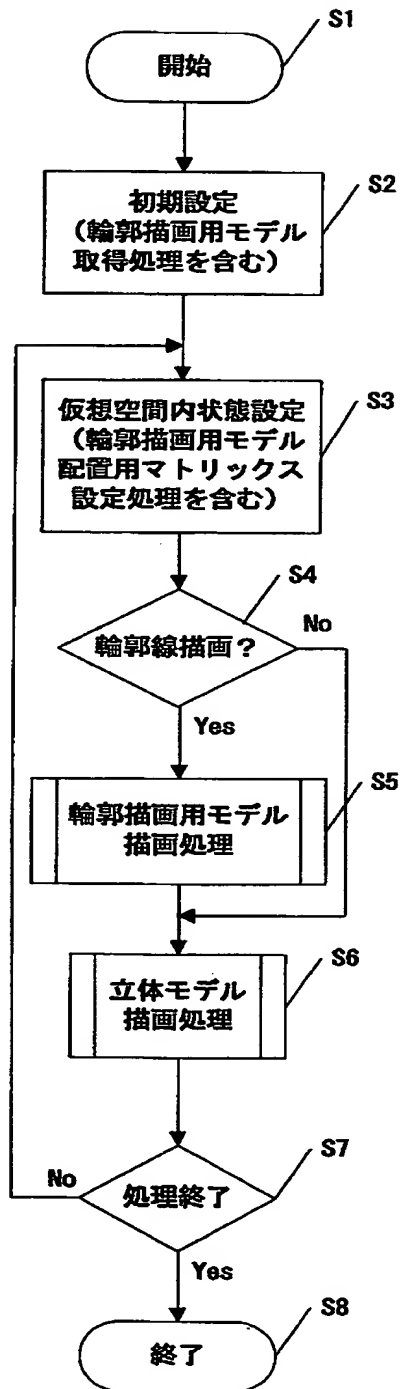
【図 5】



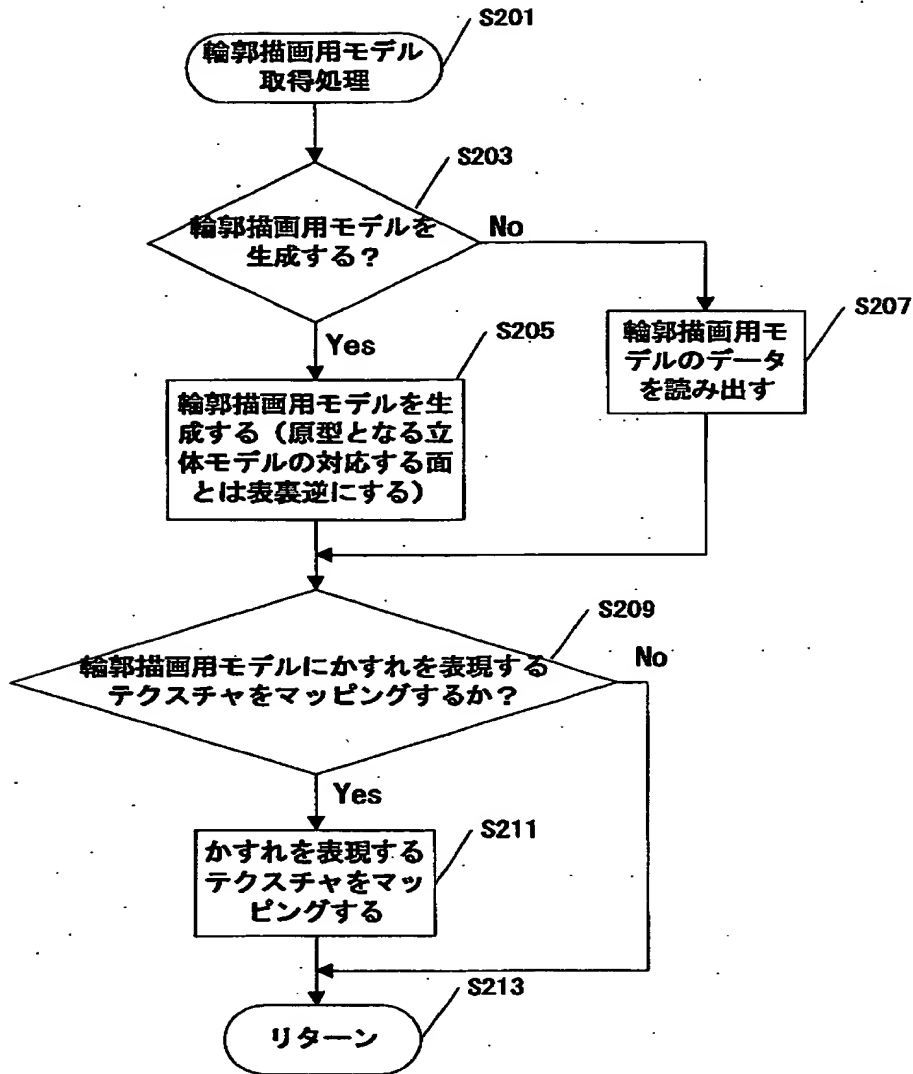
【図 6】



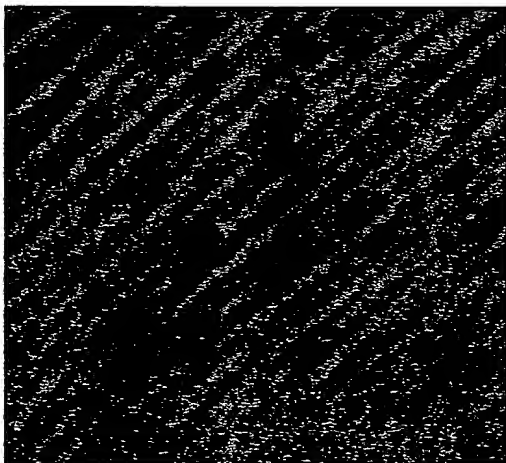
【図 7】



【図 8】

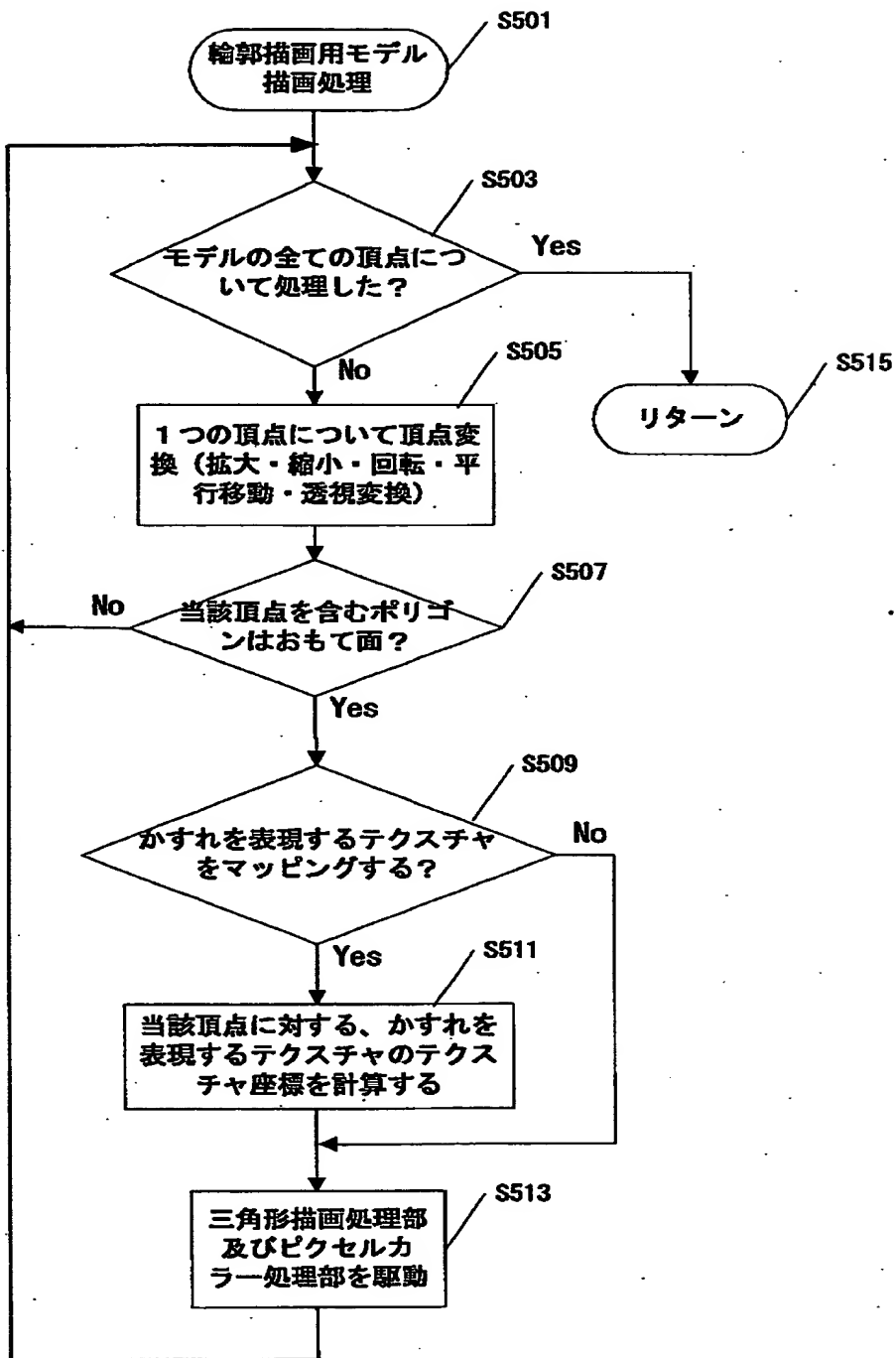


【図 9】

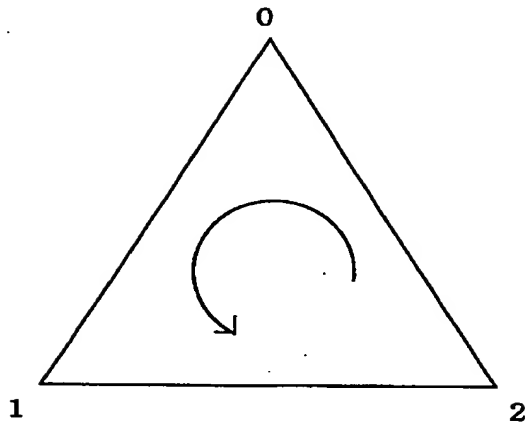


BEST AVAILABLE COPY

【図 10】



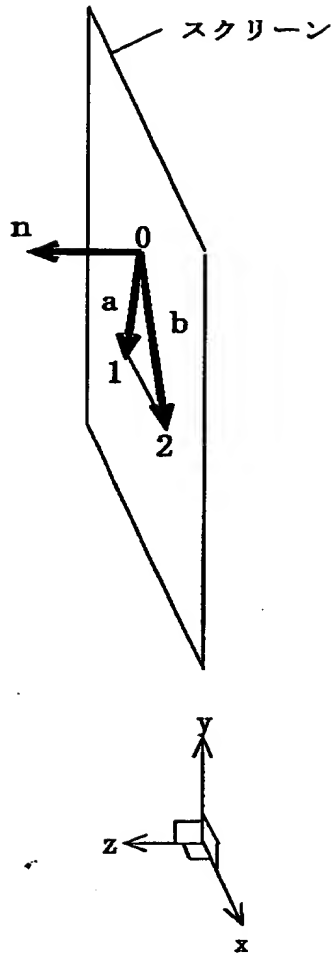
【図 1 1】



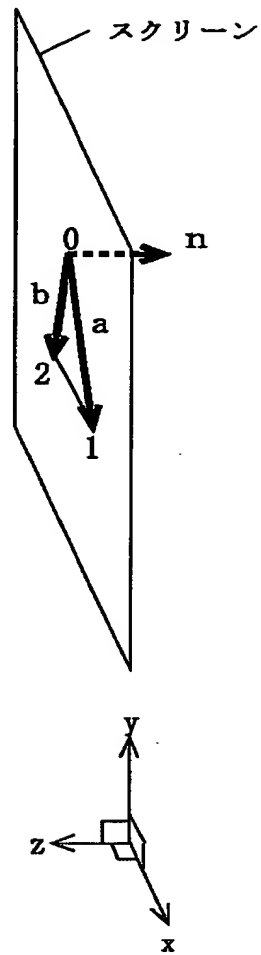
紙面前方がおもて

【図 1 2】

おもての場合



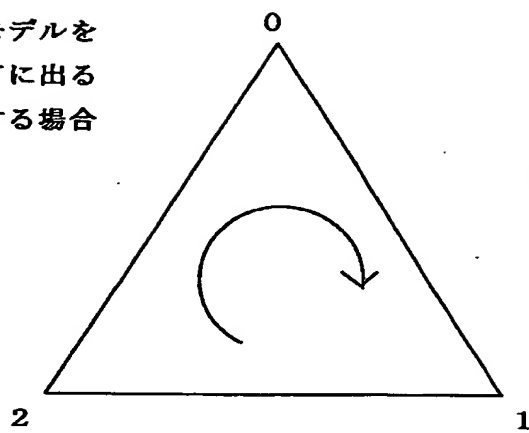
うらの場合



$n : a \times b$ (外積)

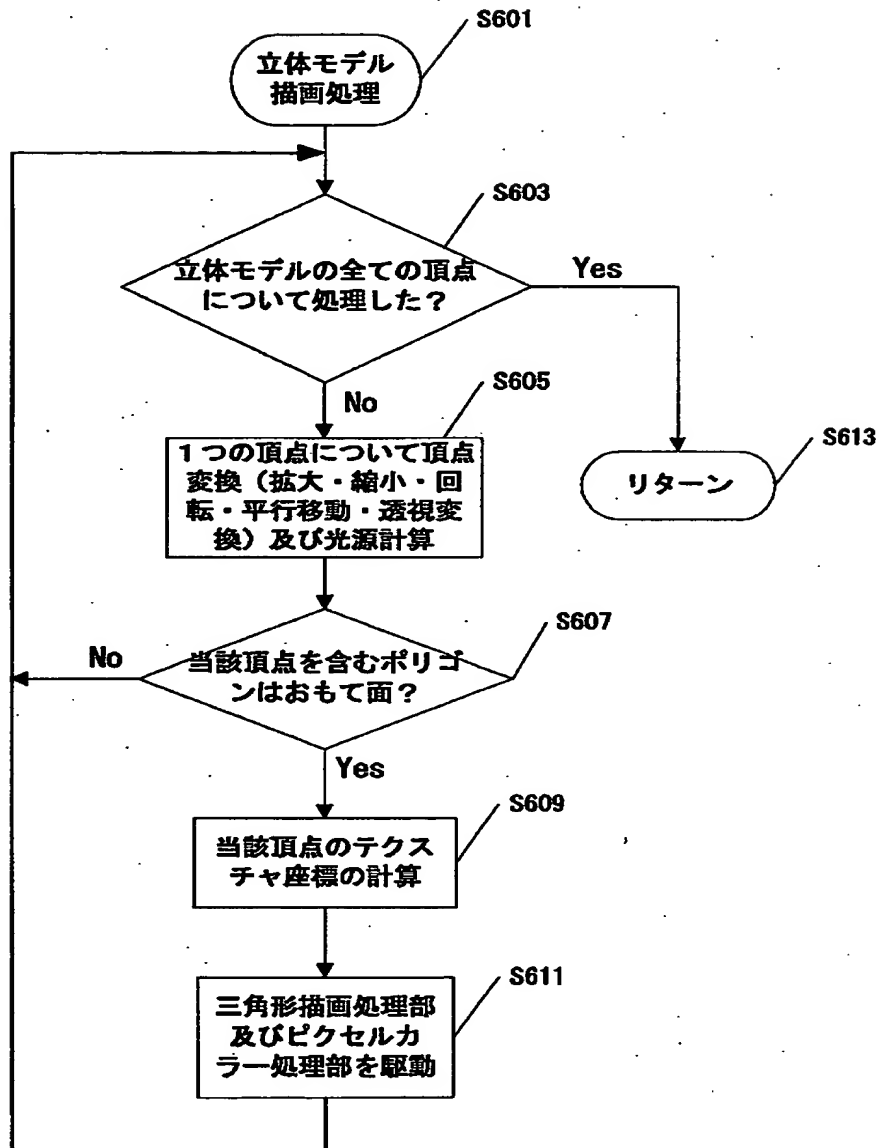
【図 1 3】

輪郭描画用モデルを
裏面がおもてに出る
ように作成する場合

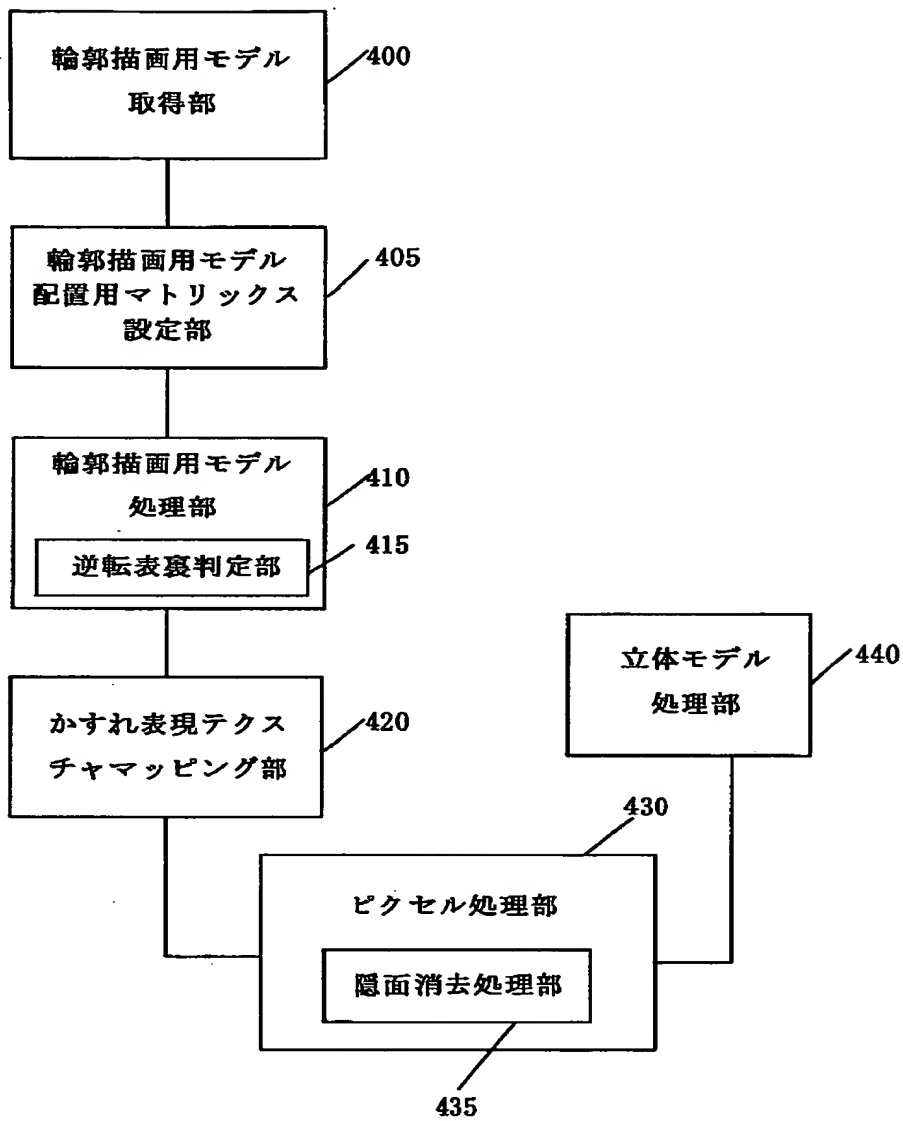


紙面前方がうら

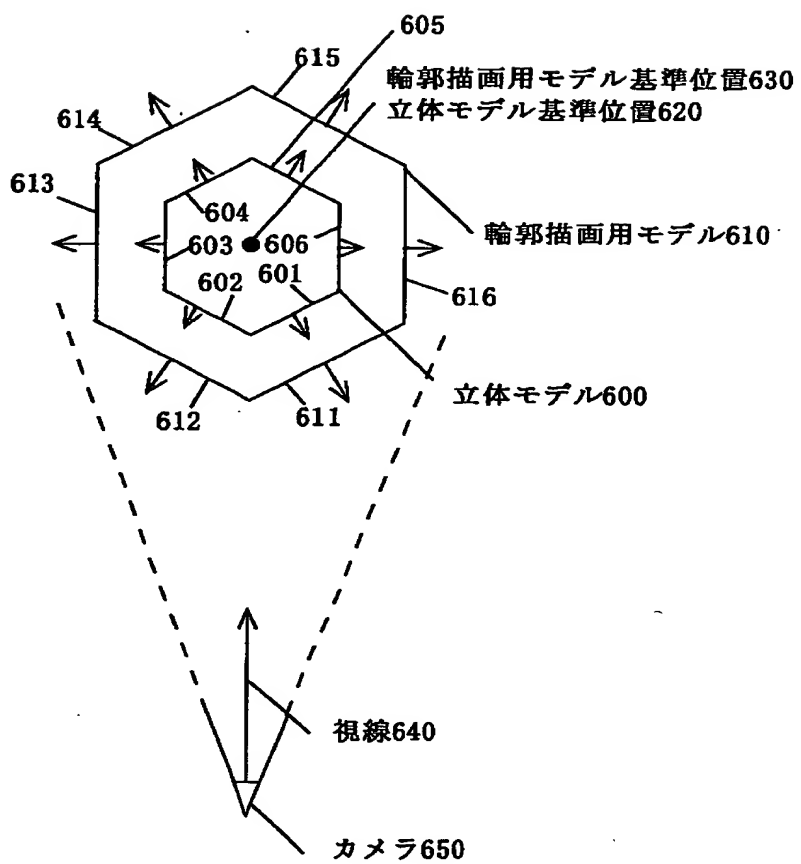
【図 1 4】



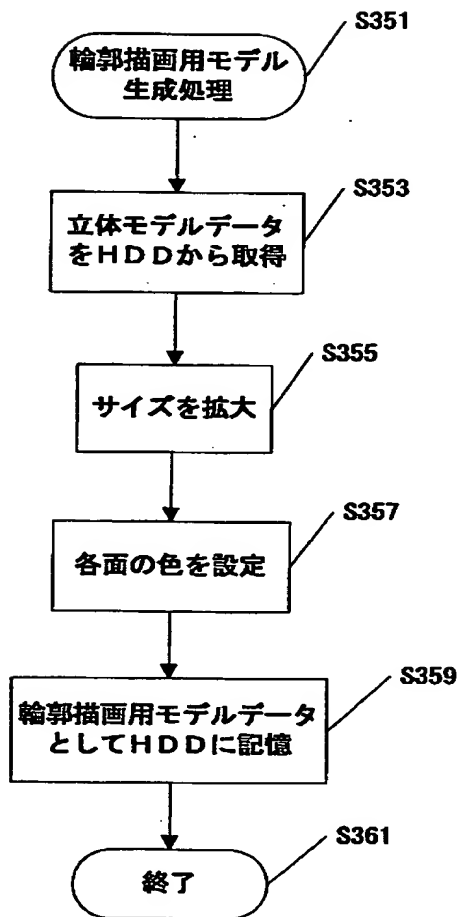
【図 1 5】



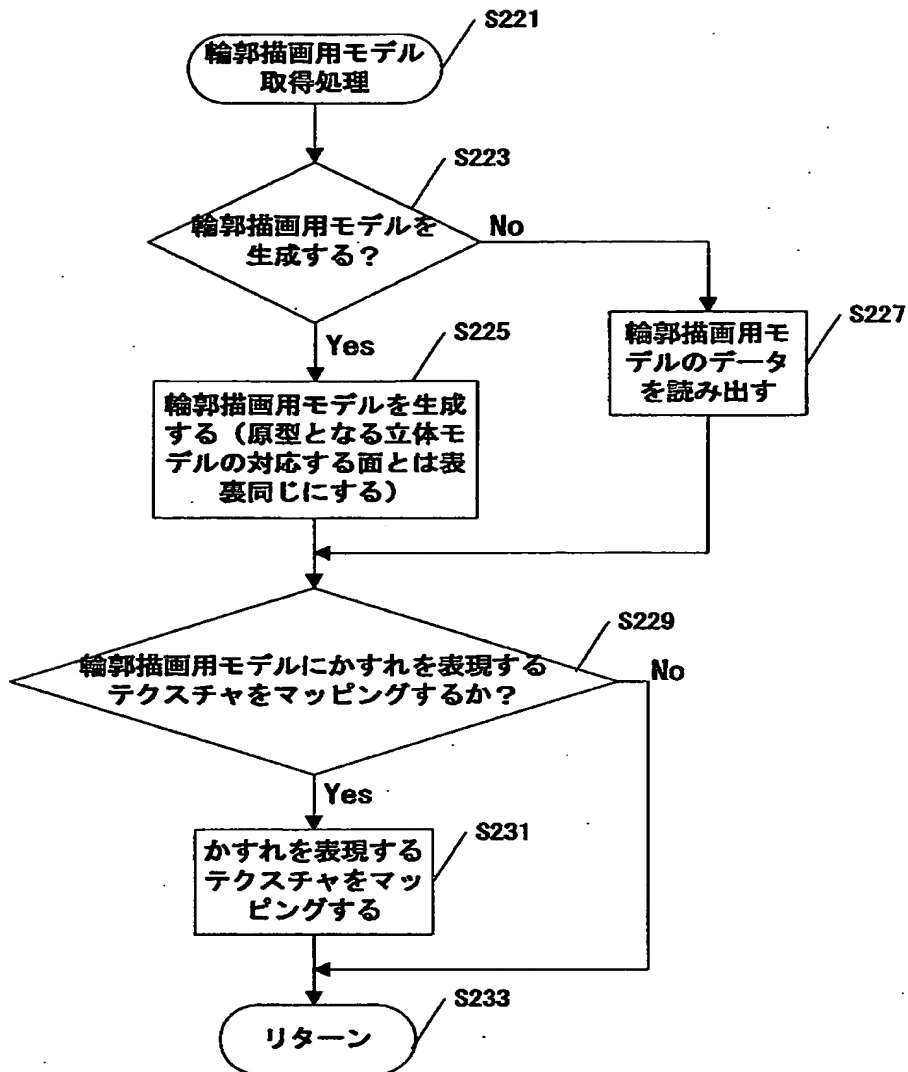
【図 1 6】



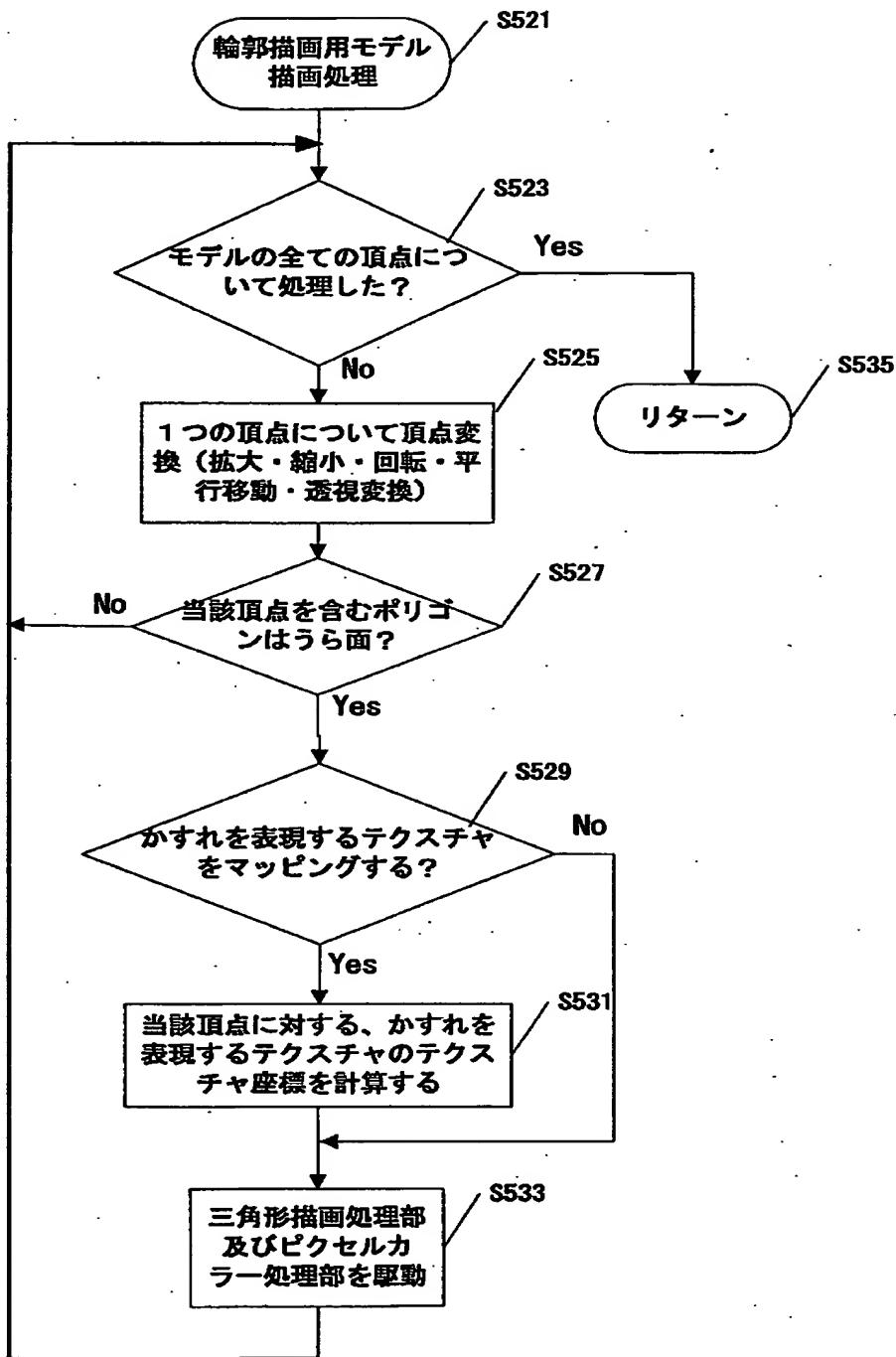
【図 1 7】



【図 1 8】

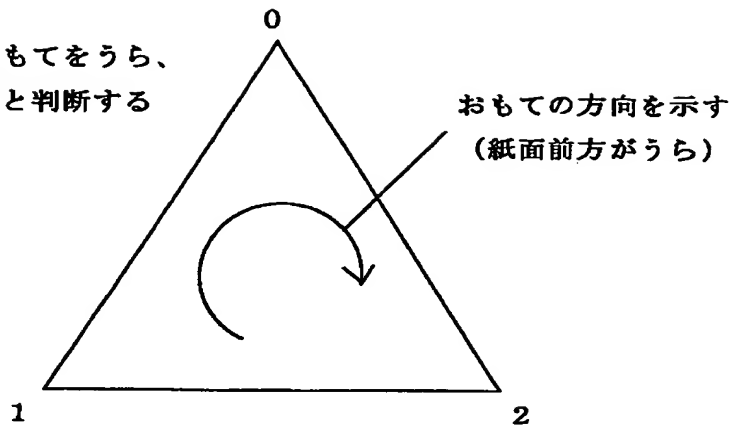


【図 19】



【図 2 0】

表裏判定でおもてをうら、
うらをおもてと判断する
場合



【図 2 1】

表示画面122



BEST AVAILABLE COPY

【図 2 2】

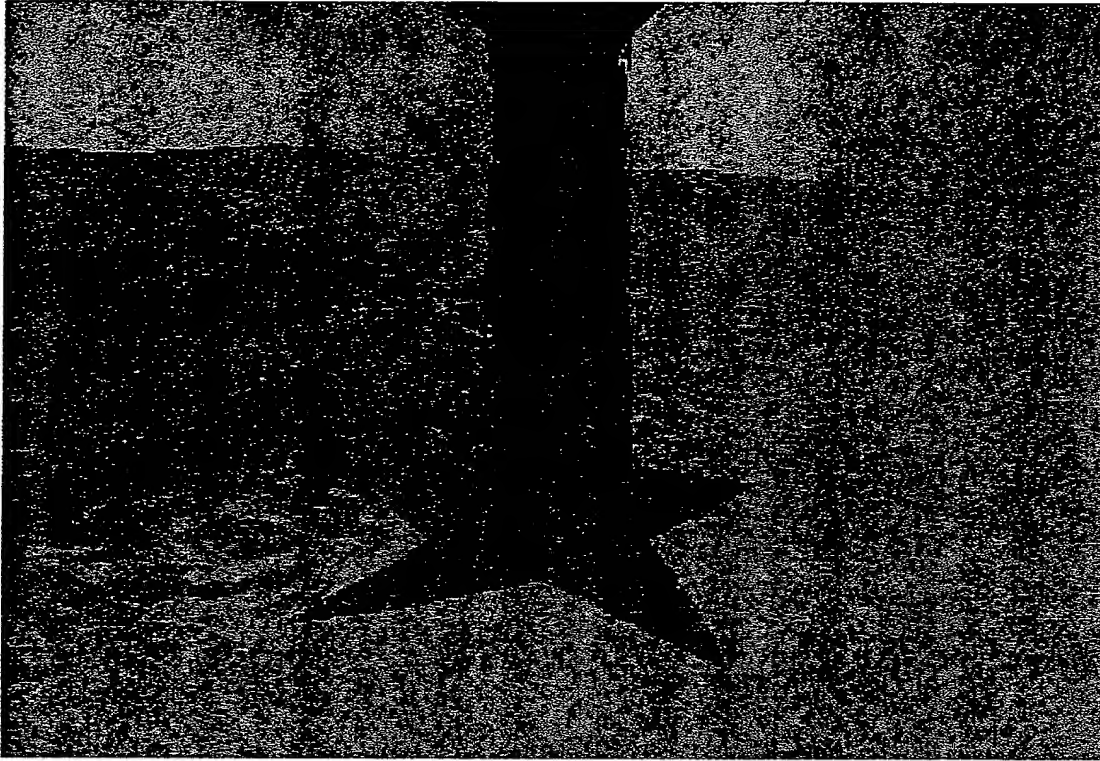
表示面 122



BEST AVAILABLE COPY

【图 2 3】

表示面122



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

仮想空間に配置された立体モデルの輪郭線を、簡単な処理で描画できるようにする。

【解決手段】

初期設定において輪郭描画用モデルを取得する(ステップS2)。この輪郭描画用モデルは立体モデルを包含し、その各面は立体モデルの対応する面とは表裏が反転している。仮想空間内の状態設定において輪郭描画用モデルを配置する(ステップS3)。もし、立体モデルに対し輪郭線を描画する場合には(ステップS4)、輪郭描画用モデルの描画処理を行う(ステップS5)。輪郭描画用モデルについて透視変換等を行った後、視点に対するおもて面のみを描画対象として隠面消去を行い描画する。輪郭描画用モデルは立体モデルより相対的に大きいので、隠面消去の結果立体モデルの外側に一部分輪郭線として描画される。最後に立体モデルを通常どおり描画する(ステップS6)。

【選択図】 図 7

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第260072号
受付番号	59900894324
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成11年 9月17日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成11年 9月14日

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [391049002]

1. 変更年月日	1995年 9月25日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都目黒区下目黒1丁目8番1号
氏 名	株式会社スクウェア